

## TUGAS AKHIR - KS 1501

# ***AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN UNTUK MERAMALKAN KURS NILAI TUKAR USD-IDR***

NUR WAHYUNI  
NRP 5211 100 095

Dosen Pembimbing  
RENNY PRADINA KUSUMAWARDANI, S.T., M.T.  
RETNO AULIA VINARTI, S.Kom, M.Kom

Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

**TUGAS AKHIR - KS 1501**

***AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES MARKOV  
CHAIN TO FORECAST EXCHANGE RATE BETWEEN  
IDR AND USD***

NUR WAHYUNI  
NRP 5211 100 095

Dosen Pembimbing  
RENNY PRADINA KUSUMAWARDANI, S.T., M.T.  
RETNO AULIA VINARTI, S.Kom, M.Kom

Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

## LEMBAR PENGESAHAN

### ***AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN UNTUK MERAMALKAN KURS NILAI TUKAR USD-IDR***

#### **TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada

Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**NUR WAHYUNI**  
NRP 5211 100 095

Surabaya, 14 Juli 2015

**KETUA  
JURUSAN SISTEM INFORMASI**

**Dr.Eng. Febrilryan Samopa, S.Kom., M.Kom.**  
NIP 19730219 199802 1 001

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ***AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN UNTUK MERAMALKAN KURS NILAI TUKAR USD-IDR***

#### **TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

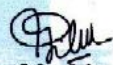
Oleh:

**NUR WAHYUNI**  
NRP 5211 100 095

Disetujui Tim Penguji: Tanggal Ujian : 10 Juli 2015

Periode Wisuda : September 2015

**Renny Pradina K, S.T, MT**

  
(Pembimbing 1)


**Retno Aulia Vinarti, S.Kom, M.Kom**

  
(Pembimbing 2)

**Arif Wibisono, S.Kom, M.Sc**

  
(Penguji 1)

**Amalia Utamima, S.Kom, MBA**

  
(Penguji 2)

# **AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN UNTUK MERAMALKAN KURS NILAI TUKAR USD-IDR**

**Nama Mahasiswa : NUR WAHYUNI**  
**NRP : 5211100095**  
**Jurusan : Sistem Informasi FTIf – ITS**  
**Dosen Pembimbing I : Renny Pradina Kusumawardani,  
S.T., M.T.**  
**Dosen Pembimbing II : Retno Aulia Vinarti, S.Kom,  
M.Kom**

## **ABSTRAK**

*Perubahan nilai tukar mata uang sangat berpengaruh terhadap aktivitas ekonomi seperti investasi, struktur produksi perusahaan, perdagangan internasional (ekspor & impor), serta berpengaruh pada harga pasar produk & gaji pekerja. Pergerakan atau fluktuasi nilai tukar yang susah diprediksi menyebabkan investor, importir & eksportir mengalami kesulitan dalam memutuskan untuk melakukan transaksi bisnis. Fuzzy time series adalah salah satu model yang biasa digunakan dalam memprediksi data time series. Pada tugas akhir ini, untuk meramalkan nilai kurs valuta asing USD-IDR akan menggunakan model Average based Fuzzy time series Markov chain. Model ini merupakan gabungan dari 4 konsep yaitu: konsep fuzzy, konsep time series, konsep markov chain dan juga konsep average based. Konsep fuzzy digunakan untuk mengklasifikasi variabel, konsep time series digunakan untuk mengobservasi data nilai kurs pada periode waktu tertentu, konsep average base digunakan untuk menentukan interval efektif dan untuk menentukan transisi matriks probabilitas dalam proses peramalan menggunakan konsep markov chain.*

*Output dari tugas akhir ini adalah peramalan nilai kurs valuta asing pada satu hari kerja berikutnya. Pada tugas akhir ini, hasil peramalan dengan average based fuzzy time series markov chain akan dibandingkan dengan hasil dari metode peramalan lain yaitu fuzzy time series dan moving average. Tingkat keakurasian akan diukur menggunakan MAPE.*

*Hasil dan temuan dari penelitian ini adalah model average-based fuzzy time series markov chain memiliki peforma peramalan harian yang sangat baik dalam meramalkan kurs nilai tukar USD-IDR. Hal ini ditunjukkan dengan uji coba perbandingan nilai peramalan yang menggunakan 1230 data harian dari bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2014 yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.33%. Dibandingkan dengan metode peramalan lain yaitu Fuzzy Time Series dan moving average, model peramalan average-based fuzzy time series markov chain mampu menghasilkan peramalan yang lebih baik dalam meramalkan kurs nilai tukar USD-IDR. Dilihat dari nilai MAPE pengujian.*

***Kata Kunci: Average-based, Fuzzy Time Series, MAPE, Markov chain, Moving average, Peramalan, Valuta asing***

***AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES MARKOV  
CHAIN TO FORECAST EXCHANGE RATE  
BETWEEN IDR AND USD***

**Nama Mahasiswa : NUR WAHYUNI**  
**NRP : 5211100095**  
**Jurusan : Sistem Informasi FTIf – ITS**  
**Dosen Pembimbing I : Renny Pradina Kusumawardani,  
S.T., M.T.**  
**Dosen Pembimbing II : Retno Aulia Vinarti, S.Kom,  
M.Kom**

**ABSTRACT**

*Changes of exchange rates influence on economic activity such as investment, production structure of the company, the international trading (export and import), as well as the effect on the market price of the product and salary workers. The exchange rate movements are difficult to predict, and it cause investors, importers and exporters had difficulty in deciding to conduct business transactions. The fuzzy time series is one of method that usually applied to forecast time series data. In this study, for forecast exchange rate between USD-IDR will use Average-based Fuzzy Time Series Markov chain model. This model is combination from 4 concept, that is fuzzy concept, time series, markov chain and average based concept. Fuzzy concept used to classify variables, the concept of time series of data is used to observe the exchange rate at a specific time period, the concept of average-based used to determine the effective interval and for determine the transition probability matrix in the forecasting process using the concept of Markov chain. The output of this study is forecasting the value of exchange rate on the next business day. In this study, the forecasting results with*



*average based fuzzy time series Markov chain will be compared with the results of other forecasting methods (fuzzy time series and moving average). Accuracy rate will be measured using MAPE.*

*The Result of this research is average-based fuzzy time series Markov chain model has an excellent performance in daily forecasting of exchange rate USD-IDR. This is demonstrated by testing using the comparative value forecasting 1230 daily data from January 2010 to December 2014 which resulted in the value of MAPE is 0.33%. Compared with other forecasting methods, Fuzzy Time Series and moving averages, average-based fuzzy time series Markov chain model is able to produce better result in forecasting the exchange rate USD-IDR. Based from the value of MAPE forecast.*

***Keywords: Average-based, Exchange rate, Forecasting, Fuzzy Time Series, MAPE, Markov chain, Moving average***



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan pada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan buku tugas akhir dengan judul

***“AVERAGE-BASED FUZZY TIME SERIES MARKOV  
CHAIN UNTUK MERAMALKAN KURS NILAI TUKAR  
USD-IDR”***

sebagai salah syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Jurusan Sistem Informasi – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, bimbingan, arahan, bantuan, dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Febriliyan Samopa, S.Kom, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Sistem Informasi ITS
2. Ibu Renny Pradina Kusumawardani, S.T., M.T., dan Ibu Retno Aulia Vinarti, S.Kom, M.Kom, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk mendukung dan membimbing dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
3. Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan selama penulis menempuh masa perkuliahan dan penelitian tugas akhir.
4. Mas Ricky, selaku admin laboratoriu SPK yang membantu penulis dalam hal administrasi penyelesaian tugas akhir dan mendukung penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu tersayang, H. Mulyadi dan Hj. Siti Maudu'ah, serta M. Yusuf, Zainal Arif, Choirul Huda, Ilmi Mufida, Solichah selaku kakak penulis yang telah

- mendoakan dan senantiasa mendukung serta selalu memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Sahabat-sahabat penulis yaitu ritsa, mega, rican, nova, nita, upin, rahmi, ade, nyun, lemon, zaki, udin, frengki, fikri yang telah menyemangati, memotivasi, membantu dan menemani sampai tugas akhir selesai.
  7. Kabinet BEM ITS Kolaborasi 2014-2015, keluarga dan teman seperjuangan yang selalu menyemangati dan menghibur dikala susah.
  8. Segenap fungsionaris Perekonomian BEM ITS Kolaborasi 14/15, lemon, khalid, ifan, galih, dini, rizka, dimas, coco, handy, navis, husein, reza, miranto, fafa, shol, pipit, derai, akbar, arief, yahya, yang selalu mendukung dan mendoakan serta membantu dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
  9. Perkom Mahakarya, Perkom Muda bersahabat, TFL ITS yang selalu memberi semangat dan mendoakan dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
  10. Teman-teman seperjuangan Lab SPK dan BASILISK yang tidak dapat disebutkan namanya semua, terima kasih telah memberi semangat dan mendukung untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
  11. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu dalam kelancaran penyelesaian tugas akhir.

Penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis menerima adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga buku tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan menjadi sebuah kontribusi bagi ilmu pengetahuan.

Surabaya, 14 Juli 2015

# DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| ABSTRAK.....   | vi   |
| ABSTRACT.....  | viii |
| KATA PENGANTAR .....   | x    |
| DAFTAR ISI.....  | xii  |
| DAFTAR TABEL.....  | xv   |
| DAFTAR GAMBAR.....   | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN.....   | 1    |
| 1.1    Latar Belakang Masalah.....   | 1    |
| 1.2    Perumusan Masalah .....   | 4    |
| 1.3    Batasan Masalah .....   | 4    |
| 1.4    Tujuan Penelitian .....   | 4    |
| 1.5    Manfaat Penelitian .....  | 5    |
| 1.6    Relevansi.....  | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....  | 7    |
| 2.1.    Fuzzy Time Series.....   | 7    |
| 2.2.    Penentuan Interval Berbasis Rata-rata ( <i>Average-based</i> ) ..... | 11   |
| 2.3.    Markov Chain .....   | 12   |
| 2.3.1.    Mentransformasikan sebuah proses menjadi <i>Markov Chain</i> ..... | 13   |
| 2.3.2.    Chapman-kolmogorov Equations .....                                 | 14   |
| 2.4.    Fuzzy Time Series Markov Chain .....                                 | 15   |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 2.4.1.                                  | Menentukan Hasil Peramalan Dengan Matriks Probabilitas Transisi $R$ ..... | 16 |
| 2.4.2.                                  | Menghitung Nilai Penyesuaian .....  | 17 |
| 2.4.3.                                  | Menghitung Hasil Peramalan yang Telah Disesuaikan .....                   | 18 |
| 2.5.                                    | Perhitungan Eror .....  | 19 |
| 2.5.1.                                  | MAPE .....  | 19 |
| 2.5.2.                                  | MSE .....   | 19 |
| 2.6.                                    | Studi Sebelumnya .....  | 20 |
| BAB III METODOLOGI.....                 |   | 23 |
| 3.1                                     | Flowchart Metodologi.....   | 24 |
| 3.2.                                    | Penjelasan Alur Metode Penelitian .....                                   | 23 |
| BAB IV PEMODELAN DAN IMPLEMENTASI ..... |   | 29 |
| 4.1.                                    | Pra Proses.....   | 29 |
| 4.2.                                    | Perancangan Data.....   | 29 |
| 4.3.                                    | Pembuatan Model .....   | 30 |
| 4.3.1.                                  | Perhitungan interval menggunakan <i>average-based</i> .....               | 30 |
| 4.3.2.                                  | Peramalan Fuzzy Time Series Markov Chain .....                            | 31 |
| BAB V UJI COBA & ANALISIS HASIL.....    |   | 41 |
| 5.1.                                    | Lingkungan Uji Coba.....  | 41 |
| 5.2.                                    | Pelaksanaan Uji Coba .....  | 41 |
| 5.2.1.                                  | Uji Coba Komposisi Data .....   | 41 |

|                                   |   |     |
|-----------------------------------|---|-----|
| 5.2.2.                            | Uji Coba Penentuan Parameter Interval .....                               | 42  |
| 5.2.3.                            | Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan .....                               | 43  |
| 5.2.4.                            | Uji Coba Kinerja Model.....   | 44  |
| 5.2.5.                            | Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan Menggunakan Data Baru .....         | 45  |
| 5.2.6.                            | Uji Coba Perbandingan Model.....  | 45  |
| 5.3.                              | Analisis Hasil Uji Coba.....  | 46  |
| 5.3.1.                            | Analisis Data.....  | 47  |
| 5.3.2.                            | Analisis Uji Coba Komposisi Data .....                                    | 48  |
| 5.3.3.                            | Analisis Uji Coba Penentuan Parameter Interval                            | 50  |
| 5.3.4.                            | Analisis Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan.....                       | 52  |
| 5.3.5.                            | Analisis Uji Coba Kinerja Model.....                                      | 54  |
| 5.3.6.                            | Analisis Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan Menggunakan Data Baru..... | 54  |
| 5.3.7.                            | Analisis Uji Coba Perbandingan Model.....                                 | 55  |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN ..... |   | 57  |
| 6.1.                              | Kesimpulan .....  | 57  |
| 6.2.                              | Saran .....   | 58  |
| DAFTAR PUSTAKA .....              |   | 59  |
| Lampiran.....                     |   | A-1 |

## DAFTAR TABEL

|  |      |
|--|------|
| Tabel 1. 1 Tabel Basis Interval .....  | 11   |
| Tabel 2. 1 Skala MAPE .....  | 19   |
| Tabel 5. 1 Hasil Uji Coba Komposisi Data.....  | 42   |
| Tabel 5. 2 Hasil Uji Coba Parameter Panjang interval .....   | 43   |
| Tabel 5. 3 Hasil Uji Coba Perbandingan Model .....   | 46   |
| Tabel A.1 Data Pengujian.....  | A-1  |
| Tabel A.2 Hasil Fuzzifikasi Data.....  | A-8  |
| Tabel A.3 Perbandingan Hasil Peramalan Pada Data Pengujian.....  | A-15 |
| Tabel A.4 Hasil Validasi Model dengan Metode <i>average-based Fuzzy Time Series Markov-Chain</i> .....                   | A-33 |
| Tabel A-5 Hasil Peramalan Data Baru (Maret 2015) dengan Metode <i>average-based Fuzzy Time series Markov-Chain</i> ..... | A-35 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1. 1 Grafik Fluktuasi Nilai Tukar IDR-USD (Sumber : Bank Indonesia) ..... | 2  |
| Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian .....  | 24 |
| Gambar 4. 1 Potongan Kode Program untuk Membagi Data                             | 30 |
| Gambar 4. 2 Potongan Kode untuk Perhitungan Interval .....                       | 31 |
| Gambar 4. 3 Potongan Kode Program untuk Mendefinisikan Semesta Pembicaraan.....  | 32 |
| Gambar 4. 4 Potongan Kode Program untuk Pembagian Interval .....                 | 33 |
| Gambar 4. 5 Potongan Kode Program untuk Fuzzifikasi Data .....                   | 34 |
| Gambar 4. 6 Potongan Kode Program untuk Membentuk FLR .....                      | 35 |
| Gambar 4. 7 Potongan Kode Program untuk Membuat Matriks Probabilitas .....       | 35 |
| Gambar 4. 8 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Peramalan.....          | 36 |
| Gambar 4. 9 Potongan Kode Program untuk Mendapatkan Nilai Hasil Peramalan .....  | 36 |
| Gambar 4. 10 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Dt1 .....              | 37 |
| Gambar 4. 11 Menghitung Perpindahan <i>State</i> .....                           | 38 |
| Gambar 4. 12 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Dt2 .....              | 38 |



|  |    |
|--|----|
| Gambar 4. 13 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Adjustment Forecasting ..... | 39 |
| Gambar 5. 1 Kenaikan nilai kurs .....  | 47 |
| Gambar 5. 2 Penurunan Nilai Kurs.....  | 48 |
| Gambar 5. 3 Hasil Uji Coba Komposisi Data.....   | 48 |
| Gambar 5. 4 Hasil Pengujian MSE Komposisi Data .....                                   | 49 |
| Gambar 5. 5 Hasil Nilai MAD Tiap Komposisi Data.....                                   | 49 |
| Gambar 5. 6 Hasil Uji Coba Penentuan Parameter Interval..                              | 50 |
| Gambar 5. 7 Hasil Uji Coba Parameter Interval dari segi MSE .....                      | 51 |
| Gambar 5. 8 Hasil Uji Coba Parameter Interval dari Segi MAD .....                      | 51 |
| Gambar 5. 9 Hasil Perbandingan Nilai Peramalan.....                                    | 53 |
| Gambar 5. 10 Hasil Uji Coba Kinerja Model .....  | 54 |
| Gambar 5. 11 Hasil Uji Coba Data Baru .....  | 55 |
| Gambar 5. 12 Hasil Uji Coba Perbandingan Model .....                                   | 56 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah dan tujuan penelitian yang mendasari penelitian tugas akhir ini. Serta gambaran terhadap manfaat dari penelitian dan penjelasan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pada era globalisasi, memungkinkan adanya transaksi ekonomi tidak hanya dilakukan terbatas didalam negeri saja melainkan juga dengan negara-negara lain. Dalam proses transaksi ekonomi internasional akan melibatkan banyak mata uang berbagai negara. Setiap mata uang suatu negara memiliki nilai tukar yang berbeda dengan mata uang lain. Tingkat dimana satu mata uang akan ditukar dengan yang lain atau bisa dianggap sebagai nilai mata uang suatu negara dalam mata uang lain disebut dengan nilai tukar mata uang [1]. Perubahan nilai tukar mata uang sangat berpengaruh terhadap aktivitas ekonomi seperti investasi, struktur produksi perusahaan, perdagangan internasional (ekspor & impor), serta berpengaruh pada harga pasar produk & gaji pekerja [2]. Pergerakan atau fluktuasi nilai tukar yang susah diprediksi menyebabkan investor, importir & eksportir mengalami kesulitan dalam memutuskan untuk melakukan transaksi bisnis. Pada awal bulan Maret 2015 ini nilai tukar rupiah telah menembus 13.000 per dollar. Penguatan dollar AS telah terjadi sejak musim semi tahun lalu menembus ke level tertinggi 11 tahun terakhir [3].



**Gambar 1. 1 Grafik Fluktuasi Nilai Tukar IDR-USD (Sumber : Bank Indonesia)**

Gambar 1.1 menunjukkan nilai tukar IDR-USD dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2014 yang mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Fluktuasi terlihat lebih jelas pada tahun 2014 dimana nilai tukar IDR-USD mengalami kenaikan dan penurunan. Oleh karena itu dalam melakukan transaksi internasional, prediksi nilai tukar mata uang sangat diperlukan dalam membantu memberi keputusan saat akan bertransaksi, sehingga bisa mengevaluasi keuntungan dan resiko terlebih dahulu sebelum bertransaksi. Apabila berhasil memprediksi nilai tukar mata uang, maka pihak investor, eksportir dan importir bisa membuat perencanaan keuangan strategis yang akan menghasilkan keuntungan finansial dan meminimalisir resiko.

Berbagai pendekatan telah dikembangkan dalam melakukan peramalan *exchange rate* salah satunya adalah menggunakan konsep *fuzzy time series*. *Fuzzy time series* sendiri pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom dengan mengaplikasikan *fuzzy logic* untuk mengembangkan pondasi *fuzzy time series* [4]. Sejak saat itu banyak peneliti

mengembangkan model Song dan Chissom ini untuk menyelesaikan berbagai masalah peramalan termasuk dalam peramalan *exchange rate*. Dalam model modifikasinya, Ruey-Chyn Tsaur melakukan peramalan kurs mata uang Taiwan terhadap mata uang dolar dengan metode *fuzzy time series* yang digabungkan dengan konsep *markov chain*. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa *fuzzy time series* yang digabungkan dengan *markov chain* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan *fuzzy time series* tanpa *markov chain* [5]. Dalam meningkatkan performa dari *fuzzy time series*, berbagai penelitian dilakukan terhadap penentuan panjang interval. Studi menunjukkan bahwa perbedaan panjang interval sangat berpengaruh pada formulasi dari *fuzzy relationship*, dan *fuzzy relationship* berpengaruh pada hasil peramalan [6]. Oleh karena itu penentuan interval yang tepat merupakan hal yang sangat penting dalam peramalan menggunakan model *fuzzy time series*. Dalam penelitiannya Komet Rachmawansah menggunakan metode *average-based* untuk menentukan panjang interval yang sesuai dalam peramalan *fuzzy time series*. Nilai peramalan dengan *average-based fuzzy time series* yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan ARIMA [7]. Model modifikasi *fuzzy time series* yang lain dilakukan oleh Junaidi dkk dengan mengembangkan model *average based FTS markov chain* dalam meramalkan *data traffic* penggunaan *bandwidth* yang diperoleh dari unit pengkajian dan pengembangan teknologi informasi (PPTI) Universitas Brawijaya Malang [8].

*Average based FTS markov chain* menggabungkan keuntungan dari hubungan logika fuzzy (FLR) yang akan mengelompokkan data sehingga dapat mengurangi efek dari nilai yang berfluktuasi, penentuan interval yang efektif dengan model *average-based* serta menggabungkan keuntungan dari *markov chain* yang akan menentukan transisi dengan nilai probabilitas tertinggi. *Average based FTS markov chain* baru diaplikasikan

pada peramalan *data traffic* penggunaan *bandwidth*. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dilakukan pengukuran performa dari model *average-based fuzzy time series markov chain* yang diaplikasikan dalam meramalkan nilai kurs valuta asing USD-IDR.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, berikut adalah rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini:

1. Bagaimana performa average based fuzzy time series markov chain dalam melakukan peramalan harian nilai kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika?
2. Bagaimana performa metode Average-based Fuzzy Time Series Markov Chain dibandingkan dengan metode peramalan lain yaitu Fuzzy Time Series dan moving average?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

1. Data yang dipakai adalah data kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika pada bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2014
2. Data yang dipakai adalah data tanpa *outlier analysis*.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah untuk melihat performa metode gabungan dari average-based fuzzy time series dan markov chain dalam meramalkan kurs nilai tukar USD-IDR. Hasil dari penelitian dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi masyarakat dan pelaku bisnis yang

berhubungan langsung dengan perdagangan atau transaksi internasional.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain

1. Tugas akhir ini membantu untuk mengetahui bagaimana cara melakukan peramalan kurs mata uang USD-IDR dengan menggunakan metode gabungan average-based fuzzy time series dan markov chain.
2. Tugas akhir ini membantu untuk mengetahui cara melakukan uji akurasi terhadap hasil penelitian dan membandingkan hasil uji akurasi dengan metode peramalan lainnya yaitu fuzzy time series dan moving average.
3. Output dari tugas akhir ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pelaku bisnis mengenai prediksi nilai tukar mata uang
4. Melalui tugas akhir ini masyarakat dan pelaku bisnis bisa membuat perencanaan bisnis dalam melakukan transaksi perdagangan internasional ataupun transaksi internasional.

### **1.6 Relevansi**

Tugas akhir ini berkaitan dengan mata kuliah Teknik Peramalan dan Kecerdasan Bisnis khususnya pada bagian fuzzy. Mata kuliah tersebut merupakan bagian dalam bidang keilmuan Sistem Pendukung Keputusan (SPK).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka ini menjelaskan tentang referensi-referensi berkaitan dengan tugas akhir dan penelitian terdahulu terkait distribusi usaha pengembangan perangkat lunak.

### 1.1. Fuzzy Time Series

Secara bahasa *fuzzy* berarti kabur atau samar-samar. *Fuzzy* sendiri merupakan suatu nilai yang secara bersamaan bernilai benar atau salah. Derajat keanggotaan *fuzzy* nantinya akan memberikan nilai seberapa besar nilai kebenaran dan kesalahannya. Rentang nilai derajat keanggotaan *fuzzy* berada pada kisaran nilai antara 1 (satu) dan 0 (nol) [9]. Logika *fuzzy* digunakan untuk menunjukkan suatu besaran yang diekspresikan dengan bahasa (linguistik), sejauh mana memiliki nilai benar dan sejauh mana memiliki nilai salah.

Konsep *Fuzzy Time Series* pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom dengan definisi secara umum adalah sebagai berikut :

**Definisi 1 :**  $Y(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ), adalah subset dari  $R$ . misalkan  $Y(t)$  menjadi semesta pembicaraan didefinisikan dengan himpunan *fuzzy set*  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ). Seandainya  $F(t)$  adalah kumpulan dari  $f_i(t)$ , maka  $F(t)$  disebut dengan *Fuzzy Time Series* yang didefinisikan dalam  $Y(t)$ .

**Definisi 2 :** Jika ada *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)  $R(t, t-1)$ , seperti  $F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1)$  dimana “ $\circ$ ” merepresentasikan operator komposisi max-min,  $F(t-1)$  dan  $F(t)$  adalah *fuzzy set*, maka bisa dikatakan bahwa  $F(t)$  disebabkan oleh  $F(t-1)$ . Hubungan logika antara  $F(t-1)$  dan  $F(t)$  dapat direpresentasikan sebagai  $F(t-1) \rightarrow F(t)$ .

**Definisi 3 :** Misalkan  $F(t)$  adalah *Fuzzy time series*. Jika  $F(t)$  disebabkan  $F(t - 1)$ ,  $F(t - 2)$ , ....., dan  $F(t - n)$ , maka FLR ini direpresentasikan dengan:

$$F(t - n), \dots, F(t - 2), F(t - 1) \rightarrow F(t)$$

dan itulah disebut dengan *one-factor n-order Fuzzy time series*. [10]

Berikut ini adalah langkah-langkah peramalan dengan metode Song dan Chissom

**Step 1.** Mendefinisikan semesta pembicaraan  $U$  untuk data historis. Misalkan  $D_{min}$  dan  $D_{max}$  adalah data minimum dan data maximum. Maka untuk akan menentukan semesta pembicaraan adalah sebagai berikut ini

$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$  dimana  $D_1$  dan  $D_2$  adalah bilangan positif.

$D_{min}$  : Data minimum

$D_{max}$  : Data maximum

**Step 2.** Bagi semesta pembicaraan  $U$  menjadi beberapa interval yang sama. Misalkan semesta pembicaraan  $U$  dibagi menjadi  $n$  interval yang sama, maka perbedaan diantara dua interval berturut-turut dapat didefinisikan sebagai  $l$  sebagai berikut :

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n}$$

$l$  : perbedaan diantara dua interval berturut-turut

$n$  : jumlah interval

Maka setiap interval dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut

$$u_1 = [D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + l],$$

$$u_2 = [D_{min} - D_1 + l, D_{min} - D_1 + 2l],$$

$$\dots\dots\dots, u_n = [D_{min} - D_1 + (n - 1)l, D_{min} - D_1 + nl],$$

$u_n$  : interval ke n

**Step 3.** Definisikan Himpunan *Fuzzy* pada semesta pembicaraan  $U$ . Tidak ada aturan yang mengatur seberapa banyak variabel linguistik yang harus didefinisikan dalam bentuk himpunan *fuzzy*. Misalkan terdapat 7 himpunan *fuzzy*  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ) yang didefinisikan menjadi 7 interval dimana  $u_1 = [d_1, d_2]$ ,  $u_2 = [d_2, d_3]$ ,  $u_3 = [d_3, d_4]$ ,  $\dots\dots\dots$ ,  $u_7 = [d_7, d_8]$ , sehingga himpunan *fuzzy*  $A_1, \dots\dots A_7$  dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$A_1 = \{1/u_1, 0.5/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7\},$$

$$A_2 = \{0.5/u_1, 1/u_2, 0.5/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7\},$$

$$A_3 = \{0/u_1, 0.5/u_2, 1/u_3, 0.5/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7\},$$

$$A_4 = \{0/u_1, 0/u_2, 0.5/u_3, 1/u_4, 0.5/u_5, 0/u_6, 0/u_7\},$$

$$A_5 = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0.5/u_4, 1/u_5, 0.5/u_6, 0/u_7\},$$

$$A_6 = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0.5/u_5, 1/u_6, 0.5/u_7\},$$

$$A_7 = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0.5/u_6, 1/u_7\}.$$

$A_i$  : Himpunan *fuzzy*;  $d_i$  : Batas interval

**Step 4.** Fuzzifikasi data historis yang ada. Step ini adalah step dimana kita akan mencari himpunan *fuzzy* dari setiap data input yang ada. Metode yang digunakan adalah untuk mendefinisikan setiap potongan set kepada  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ). Jika kumpulan data historis berada pada interval  $u_i$ , maka data tersebut akan difuzzifikasi ke himpunan *fuzzy*  $A_i$ .

**Step 5.** Menentukan grup *Fuzzy Logical Relationship* (FLR). Berdasarkan definisi 3, FLR dapat dengan mudah didapatkan.

**Step 6.** Melakukan perhitungan output peramalan. Jika  $F(t - 1) = A_j$  maka peramalan dari  $F(t)$  dapat diperoleh berdasarkan aturan sebagai berikut :

*Rule 1* : jika FLR grup dari  $A_j$  kosong (i.e.,  $A_j \rightarrow \emptyset$ ) maka peramalan dari  $F(t)$  adalah  $m_j$ , yang merupakan titik tengah interval  $u_j$  :

$$F(t) = m_j \quad (1)$$

*Rule 2* : jika FLR grup dari  $A_j$  *one-to-one* (i.e.,  $A_j \rightarrow A_k$ ,  $j, k = 1, 2, \dots, 7$ ), maka peramalan dari  $F(t)$  adalah  $m_k$ , yang merupakan titik tengah interval  $u_k$  :

$$F(t) = m_k \quad (2)$$

*Rule 3* : jika FLR grup dari  $A_j$  *one-to-many* (i.e.,  $A_j \rightarrow A_1, A_2, A_3$ ,  $j = 1, 2, \dots, 7$ ), maka peramalan dari  $F(t)$  adalah perhitungan rata-rata dari  $m_1, m_2, m_3$  titik tengah dari  $u_1, u_2, u_3$  [4]:

$$F(t) = (m_1 + m_2 + m_3) / 3 \quad (3)$$

### 1.2. Penentuan Interval Berbasis Rata-rata (*Average-based*)

Panjang interval sangat berpengaruh pada formulasi dari *fuzzy relationship*, dan *fuzzy relationship* berpengaruh pada hasil peramalan. Oleh karena itu penentuan interval yang tepat merupakan hal yang sangat penting dalam peramalan menggunakan model *Fuzzy time series*. Pada peramalan menggunakan model *Fuzzy time series* penentuan semua interval ditentukan pada step 1. Apabila panjang interval terlalu besar, maka pada *Fuzzy time series* tidak akan ada fluktuasi. Sedangkan apabila panjang interval terlalu kecil maka akan mengurangi arti dari *Fuzzy time series*. Salah satu model yang biasa digunakan untuk menentukan interval dalam proses peramalan adalah model *average-based lengths*.

Berikut ini adalah demonstrasi dari algoritma *average-based lengths* :

- Hitung semua nilai selisih absolut antara  $A_{i+1}$  dan  $A_i$  ( $i = 1, \dots, n - 1$ ), sebagai jarak perbedaan pertama dan rata-rata jarak perbedaan pertama
- Bagi 2 nilai rata-rata yang sebelumnya telah didapatkan pada step 1
- Berdasarkan panjang yang diperoleh pada step 2, tentukan basis panjang interval sesuai dengan Tabel 1.1.

**Tabel 1. 1 Tabel Basis Interval**

| Range      | Base |
|------------|------|
| 0.1 - 1.0  | 0.1  |
| 1.0 – 10   | 1    |
| 11 – 100   | 10   |
| 101 – 1000 | 100  |

Bulatkan panjang interval sesuai dengan tabel basis interval [6] [11].

### 1.3. Markov Chain

Markov chain adalah sebuah sistem matematika yang memodelkan hubungan antar suatu kejadian atau proses dimana proses selanjutnya tidak bergantung pada rangkaian kejadian-kejadian yang sebelumnya akan tetapi hanya bergantung pada keadaan saat ini [12].

Sebuah stokastik proses  $\{X_n \mid n = 0, 1, 2, 3, \dots\}$  dimana  $X_n = i$  maka proses tersebut bisa diartikan berada pada *state*  $i$  pada waktu  $n$ . Proses tersebut selanjutnya akan berada pada *state*  $j$  dengan peluang  $(P_{ij})$

$$P\{X_{n+1} = j \mid X_n = i, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1, X_0 = i_0\} = P_{ij}$$

Untuk setiap *state*  $i_0, i_1, i_2, i_3, \dots, i_{n-1}, i, j$  dan setiap  $n \geq 0$ . Proses stokastik tersebut disebut *markov chain*. Dimana peluang kejadian yang akan datang  $X_{n+1}$  hanya akan bergantung pada kejadian sekarang  $X_n$ .

Nilai  $(P_{ij})$  merepresentasikan peluang sebuah proses akan berlangsung, ketika berada pada *state*  $i$ , yang selanjutnya akan bertransisi pada *state*  $j$ . Karena peluang adalah non negatif proses harus melakukan transisi pada suatu *state*, maka

$$P_{ij} \geq 0, i, j \geq 0; \sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1, i = 0, 1, \dots$$

Asumsikan  $P$  adalah matriks peluang satu langkah transisi  $P_{ij}$  maka

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & \dots \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & \dots \\ P_{i0} & P_{i1} & P_{i2} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Setiap unsur-unsur dari  $P$  adalah non negatif dimana jumlah peluang setiap unsur pada setiap baris adalah 1. Matriks tersebut juga telah mendefinisikan secara lengkap proses *Markov Chain*.

### **1.3.1. Mentransformasikan sebuah proses menjadi *Markov Chain***

Misalkan cuaca hujan atau tidak tergantung pada kondisi cuaca dua hari sebelumnya. Secara spesifik kita asumsikan bahwa seandainya selama 2 hari sebelumnya secara berturut-turut hujan, maka kemungkinan akan turun hujan besok adalah 0,7; seandainya hari ini hujan akan tetapi kemarin tidak hujan, maka kemungkinan besok akan hujan adalah 0.5; seandainya kemarin hujan akan tetapi hari ini tidak hujan, maka kemungkinan besok akan hujan adalah 0.4; dan seandainya 2 hari ini tidak hujan, maka kemungkinan besok hujan adalah 0.2.

Seandainya *state* waktu  $n$  tergantung hanya pada hujan atau tidaknya pada waktu  $n$ , maka model diatas bukanlah *Markov Chain*. Tetapi kita bisa mentransformasikan model diatas menjadi *markov chain* dengan mengatakan bahwa *state* pada waktu apapun akan ditentukan oleh cuaca hari ini dan sehari sebelumnya. Dengan kata lain, bisa dikatakan bahwa

*State* 0 seandainya hari ini atau kemarin hujan



*State 1* seandainya hari ini hujan tetapi kemarin tidak

*State 2* seandainya kemarin hujan tetapi hari ini tidak

*State 3* seandainya hari ini atau kemarin tidak hujan

Berikut ini adalah representasi dari ke 4 *state Markov*

*Chain* peluang matrix transisi

$$P = \begin{bmatrix} 0.7 & 0 & 0.3 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0 & 0.6 \\ 0 & 0.2 & 0 & 0.8 \end{bmatrix}$$

### 1.3.2. Chapman-kolmogorov Equations

Setelah kita mendefinisikan satu step peluang transisi  $P_{ij}$ .

Maka sekarang kita akan menentukan n-step peluang  $P_{ij}^n$  menjadi peluang bahwa sebuah proses yang berada pada *state i* akan berada pada *state j* setelah  $n$  transisi. Maka

$$P_{ij}^n = P\{X_{n+m} = j | X_m = i\}, n \geq 0, i, j \geq 0$$

Tentunya  $P_{ij}^1 = P_{ij}$ . Rumus Chapman-Kolmogorov akan menyediakan metode untuk menghitung n-step peluang transisi. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$P_{ij}^{n+m} = \sum_{k=0}^{\infty} P_{kj}^m P_{ik}^n \text{ for all } n, m \geq 0, \text{ all } i, j$$

Dan lebih mudah untuk dimengerti dengan  $P_{ij}^n P_{ij}^m$  merepresentasikan peluang dimana dimulainya pada *state i* ke *state j* dengan  $m + n$  transisi melalui path yang membawanya ke  $k$  dengan  $n$  transisi. Oleh karena itu, menambahkan semua intermediate *state k* hasil peluang setiap proses yang berada di *state j* setelah  $m + n$  transisi. Sehingga

$$P_{ij}^{n+m} = P\{X_{n+m} = j | X_0 = i\}$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{k=0}^{\infty} P\{X_{n+m} = j, X_n = k \mid X_0 = i\} \\
&= \sum_{k=0}^{\infty} P\{X_{n+m} = j \mid X_n = k \mid X_0 = i\} P\{X_n = k \mid X_0 = i\} \\
&= \sum_{k=0}^{\infty} P_{kj}^m P_{ik}^n
\end{aligned}$$

Misalkan  $P^n$  menunjukkan matriks n-step transisi peluang  $P_{ij}^n$  maka rumus diatas menjadi

$$P^{(n+m)} = P^{(n)} \cdot P^{(m)}$$

Dimana dot (.) diatas merepresentasikan perkalian matriks, sehingga

$$P^{(2)} = P^{(1+1)} = P \cdot P = P^2$$

$$P^{(n)} = P^{(n-1+1)} = P^{n-1} \cdot P = P^n$$

Sehingga, n-step transisi matrix bisa saja didapatkan dengan mengalikan matrix  $P$  dengan dirinya sendiri sebanyak  $n$  kali.

#### 1.4. Fuzzy Time Series Markov Chain

Pada dasarnya *fuzzy time series markov chain* sama dengan *fuzzy time series* biasa pada step 1 sampai dengan 4. Perbedaannya adalah saat melakukan peramalan ditambahkan dengan penggunaan matriks probabilitas markov-chain. Berikut adalah langkah-langkah dalam menghitung hasil peramalannya :

#### 1.4.1. Menentukan Hasil Peramalan Dengan Matriks Probabilitas Transisi $R$

Matriks  $R$  akan merefleksikan transisi dari seluruh sistem. Untuk menghitung hasil peramalan akan menggunakan baris  $[P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}]$  peluang dari matriks  $R$ . Untuk menghitung nilai output dari peramalan adalah dengan mengambil rata-rata terbobot dari *midpoint*. Berikut adalah aturan dalam menentukan nilai output peramalan :

Jika *fuzzy logical relationship group* dari  $A_j$  adalah *one-to-one* (contoh :  $A_j \rightarrow A_k$  dengan  $P_{ik} = 1$  dan  $P_{ij} = 0, j \neq k$ ), maka hasil peramalan untuk  $A_j$  adalah *midpoint* (nilai tengah) dari  $u_j$  :

$$F(t) = m_k \times P_{ik} = m_k$$

Jika *fuzzy logical relationship group* dari  $A_j$  adalah *one-to-many* (contoh:  $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n$ ), ketika  $Y(t-1)$  pada saat  $(t-1)$  termasuk ke dalam *state*  $A_j$ , maka hasil peramalan untuk  $F(t)$  adalah:

$$F(t) = m_1 \times P_{j1} + m_2 \times P_{j2} + \dots + m_{j-1} \times P_{j(j-1)} + Y(t-1)P_{jj} + m_{j+1}P_{j(j+1)} + \dots + m_n P_{jn}$$

di mana  $m_1, m_2, \dots, m_{j-1}, m_{j+1}, \dots, m_n$  adalah *midpoint* dari  $u_1, u_2, \dots, u_{j-1}, u_{j+1}, \dots, u_n$  dan disubstitusi oleh  $Y(t-1)$  untuk mendapatkan informasi aktual dari *state*  $A_j$  pada saat  $(t-1)$ .

#### 1.4.2. Menghitung Nilai Penyesuaian

Selanjutnya hitung nilai penyesuaian pada hasil peramalan ( $D_t$ ). Berikut adalah aturan dalam menentukan nilai penyesuaian ( $D_t$ ) :

Rule 1 : Jika *state*  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $(t - 1)$ , dinyatakan sebagai  $F(t - 1) = A_i$ , dan mengalami *increasing transition* menuju *state*  $A_j$  pada waktu  $t$ , ( $i < j$ ), maka nilai penyesuaian ( $D_t$ ) didefinisikan sebagai  $D_{t1} = (l/2)$ .

Rule 2 : Jika *state*  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $(t - 1)$ , dinyatakan sebagai  $F(t - 1) = A_i$ , dan mengalami *decreasing transition* menuju *state*  $A_j$  pada waktu  $t$ , ( $i > j$ ), maka nilai penyesuaian ( $D_t$ ) didefinisikan sebagai  $D_{t1} = -(l/2)$ .

Rule 3 : Jika transisi dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $(t - 1)$ , dinyatakan sebagai  $F(t - 1) = A_i$ , dan mengalami *jump-forward transition* menuju *state* pada waktu  $t$ , ( $1 \leq s \leq n - i$ ), maka nilai penyesuaian ( $D_t$ ) didefinisikan sebagai  $D_{t2} = (l/2) \times s$ , di mana  $n$  adalah banyaknya himpunan *fuzzy*.

Rule 4 : Jika transisi dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $(t - 1)$ , dinyatakan sebagai  $F(t - 1) = A_i$ , dan mengalami *jump-backward transition* menuju *state*  $A_{i-v}$  pada waktu  $t$ , ( $1 \leq v < i$ ), maka nilai penyesuaian ( $D_t$ ) didefinisikan sebagai

$$D_{t2} = -(l/2) \times s.$$

### 1.4.3. Menghitung Hasil Peramalan yang Telah Disesuaikan

Setelah mendapatkan nilai penyesuaian, maka cara menghitung nilai peramalan yang telah disesuaikan adalah sebagai berikut:

Jika *fuzzy logical relationship group* dari  $A_i$  adalah *one-to-many*, dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diakses dari *state*  $A_i$ , di mana  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$ , maka nilai peramalan yang disesuaikan  $F'(t)$  dapat diperoleh dengan rumus:

$$F'(t) = F(t) + D_{t1} + D_{t2} = F(t) + (l/2) + (l/2)$$

Jika *fuzzy logical relationship group* dari  $A_i$  adalah *one-to-many*, dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diakses dari *state*  $A_i$ , di mana  $A_i$  tidak berhubungan dengan  $A_i$ , maka nilai peramalan yang disesuaikan  $F'(t)$  dapat diperoleh dengan rumus:

$$F'(t) = F(t) + D_{t2} = F(t) + (l/2)$$

Jika *fuzzy logical relationship group* dari  $A_i$  adalah *one-to-many*, dan *state*  $A_{i-2}$  dapat diakses dari *state*  $A_i$ , di mana  $A_i$  tidak berhubungan dengan  $A_i$ , maka nilai peramalan yang disesuaikan  $F'(t)$  dapat diperoleh dengan rumus:

$$F'(t) = F(t) - D_{t2} = F(t) - (l/2) \times 2 = F(t) - l$$

Ketika  $v$  adalah *jump step*, maka rumus umum dari  $F'(t)$  adalah:

$$F'(t) = F(t) \pm D_{t1} \pm D_{t2} = F(t) \pm (l/2) \pm (l/2) \times v.$$

[5]

## 1.5. Perhitungan Error

### 1.5.1. MAPE

*Mean absolute percentage error* (MAPE) adalah ukuran keakurasian dari nilai data *time series* pada suatu metode dan biasanya diekspresikan dalam bentuk persen.

$$M = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

Dimana  $A_t$  adalah nilai sesungguhnya dan  $F_t$  adalah nilai hasil peramalan. Selisih antara  $A_t$  dan  $F_t$  dibagi dengan nilai  $A_t$  lagi. Nilai absolut dari perhitungan ini kemudian ditambahkan dengan dengan nilai absolut dari setiap poin peramalan [13].

Semakin kecil nilai MAPE, semakin baik pula suatu model. Skala untuk menilai akurasi suatu model berdasarkan nilai MAPE dikembangkan oleh Lewis (1982) [14]. Skala MAPE Lewis digambarkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Skala MAPE**

| <b>MAPE</b>     | <b>Judgment of Forecast Accuracy</b> |
|-----------------|--------------------------------------|
| Kurang dari 10% | <i>Highly Accurate</i>               |
| 11% - 20%       | <i>Good Forecast</i>                 |
| 21% - 50%       | <i>Reasonable Forecast</i>           |
| 51% atau lebih  | <i>Inaccurate Forecast</i>           |

### 1.5.2. MSE

MSE (*mean square error*) adalah salah satu metode untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi pada data hasil peramalan terhadap data riil [15].

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - F_i)^2}{n}$$

Dimana  $A_i$  adalah nilai actual pada data ke- $i$  dan  $F_i$  adalah nilai hasil peramalan untuk data ke- $i$ . Sedangkan  $n$  adalah banyaknya data.

### 1.6. Studi Sebelumnya

Pada bagian ini akan membahas beberapa penelitian sebelumnya mengenai *fuzzy time series*. Pertama akan dijelaskan secara umum hasil dari Song dan Chissom, kemudian beberapa penelitian tentang modifikasi *fuzzy time series*.

- a. Konsep *fuzzy time series* pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom dalam melakukan peramalan pada penerimaan mahasiswa di Universitas Alabama. Song dan Chissom menggunakan teori *fuzzy* untuk mengatasi masalah peramalan yang datanya berbentuk linguistik. Model yang pertama kali dipublikasikan disebut dengan *time-invariant* FTS model dengan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut : (1) Mendefinisikan semesta pembicaraan  $U$ ; (2) Bagi semesta pembicaraan  $U$  menjadi beberapa interval yang sama; (3) Definisikan *Fuzzy set* pada semesta pembicaraan  $U$ ; (4) Fuzifikasi data historis; (5) Membuat relasi *fuzzy*; (6) Melakukan peramalan; (7) Defuzifikasi hasil peramalan [4].
- b. Ruey-Chyn Tsaur melakukan peramalan *kurs* mata uang Taiwan terhadap mata uang dolar dengan metode *fuzzy time series* yang digabungkan dengan konsep *markov chain*. Metode ini diaplikasikan terlebih dahulu dalam peramalan penerimaan mahasiswa baru dengan studi kasus pada universitas Alabama dan kemudian dibandingkan tingkat akurasi peramalan dengan metode-metode sebelumnya. Setelah mendapatkan hasil akurasi peramalan yang lebih baik, barulah metode ini diaplikasikan pada peramalan *kurs*. Dan hasilnya dibandingkan dengan metode penelitian yang telah



dilakukan sebelumnya, *fuzzy time series markov chain* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik [5].

- c. Lazim Abdullah melakukan peramalan terhadap *exchange rate* USD-MYR dengan menggunakan metode *distance-based fuzzy time series* dimana metode ini menggunakan semua step pada *fuzzy time series* yang ditambah dengan penyaringan faktor pertama dan kedua serta jarak *euclidean* [16].
- d. Komet Rachmawansah menggunakan metode *average-based fuzzy time series* untuk meramalkan kurs valuta asing (USD-IDR & EUR-USD). Metode ini memberikan penyelesaian masalah dalam menentukan panjang interval yang sesuai dalam konsep *fuzzy time series* [7].
- e. Junaidi dkk melakukan kajian pengembangan model peramalan *average based FTS* dengan cara menginduksikan rantai *Markov (Markov chain)* kedalam tahapan defuzzifikasi dari model *average based FTS*. Model pengembangan ini diterapkan pada peramalan *data traffic* penggunaan *bandwidth* yang diperoleh dari unit pengkajian dan pengembangan teknologi informasi (PPTI) Universitas Brawijaya Malang. Dari penelitian tersebut, diperoleh bahwa model *average based FTS markov chain* memiliki tingkat akurasi peramalan lebih baik jika dibandingkan dengan *average based FTS* pada peramalan data penggunaan *bandwith* [8].

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan alur metode penelitian yang akan dilakukan oleh penulis dalam pembuatan tugas akhir. Metode penelitian juga digunakan sebagai panduan dalam pengerjaan tugas akhir agar terarah dan sistematis.

#### **3.1 Flowchart Metodologi**

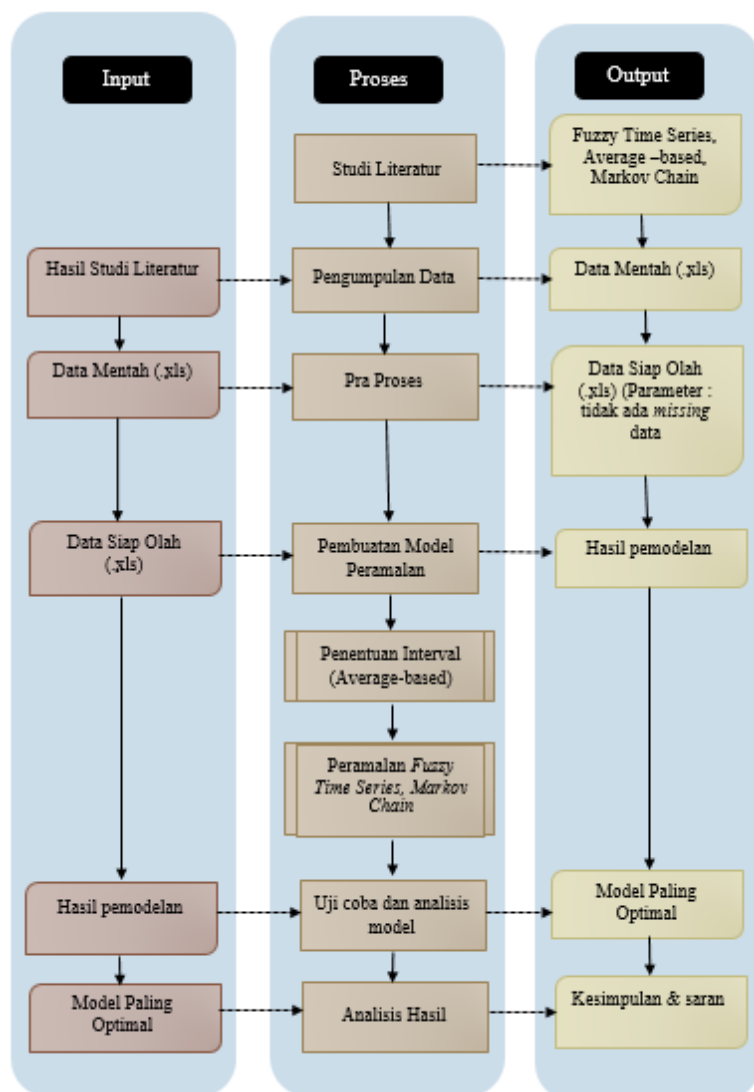
Tahapan penelitian akan digambarkan dalam bentuk alur proses secara runtut atau *flowchart*. Pada *flowchart* metodologi ini akan dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu input, proses dan output. Tahapan proses penelitian yang akan dilakukan meliputi tahapan studi literatur, pengumpulan data, pra-proses, pembuatan model peramalan, uji coba dan analisis model, dan analisis hasil. Setiap tahapan proses yang ada dalam penelitian tugas akhir ini akan menghasilkan output proses yang akan menjadi sebuah input untuk tahapan proses selanjutnya. Secara keseluruhan tahapan proses dalam penelitian tugas akhir ini akan digambarkan oleh Gambar 3.1.

#### **3.2. Penjelasan Alur Metode Penelitian**

Berikut ini merupakan penjelasan dari *flowchart* metode penelitian yang digunakan:

##### **a. Studi Literatur**

Studi literatur yang dilakukan adalah mencari literatur referensi seperti *paper* dari beberapa sumber seperti *google scholar*, *science direct* dan sumber referensi lainnya. Studi literatur yang dilakukan adalah yang berkaitan dengan *Fuzzy Time series*, *Markov chain*,



**Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian**

Keterangan :

----- ➤ : Alur dari input sampai menghasilkan output pada satu proses.

↓ : Alur dari tahapan setiap proses, input dan output.

*Average based*, dan penguji akurasi hasil penelitian yang nantinya digunakan dalam menunjang penelitian. Studi literatur secara jelas telah dijelaskan pada bab 2 tinjauan pustaka dan dasar teori.

#### **b. Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data harian selama 5 tahun dimulai dari 4 Januari 2010 sampai dengan 31 Desember 2014 dengan total jumlah data adalah 1230 data tidak termasuk hari libur. Data ini diperoleh dari situs Bank Indonesia (<http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx> ).

#### **c. Pra Proses**

Dari data yang telah didapatkan, akan dicek terlebih dahulu apakah ada *missing value*. Hari dan tanggal yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada kalender Indonesia. Apabila ada data yang kosong maka akan dihapus karena apabila diambil rata-rata dari semua data, akan ada kemungkinan hasilnya adalah data *outlier* yang nantinya bisa mempengaruhi hasil peramalan, sehingga lebih baik dihilangkan [17]. *Output* dari proses ini adalah tidak ada *missing* data sehingga data siap untuk diolah.

#### **d. Pembuatan Model Peramalan**

Data yang sudah diolah sebelumnya selanjutnya akan digunakan untuk memprediksi untuk satu hari kedepan. Prediksi akan dilakukan dengan

menggabungkan konsep *average-based*, *fuzzy time series*, dan *markov chain*. Sebelum dilakukan proses prediksi, harus terlebih dahulu membuat model peramalannya. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah yang harus dilakukan.

- **Penentuan Interval**  
 Penentuan interval dilakukan dengan membagi semesta pembicaraan  $U$  dengan panjang yang sama. Penentuan interval akan dihitung berdasarkan algoritma *average-based*. Untuk penjelasan lebih lengkap mengenai langkah-langkah penentuan interval berdasarkan *average-based* bisa dilihat pada bab tinjauan pustaka 2.2.
- **Peramalan *fuzzy time series markov-chain***  
 Pada tahap ini dilakukan proses peramalan dengan metode *fuzzy time series markov chain* dimana pada step 1 intervalnya akan ditentukan dengan menggunakan konsep *average-based*. Dan konsep *markov chain* akan ditambahkan pada step 5-7 :

Mendefinisikan semesta pembicaraan  $U$  kemudian membaginya menjadi beberapa interval yang sama berdasarkan konsep *average-based* sesuai dengan yang dilakukan sebelumnya pada bab metode pengerjaan tugas akhir 3.2.

- **Menentukan himpunan *fuzzy* dari semesta pembicaraan  $U$**   
 Himpunan *fuzzy* akan didefinisikan seperti yang dijelaskan sebelumnya pada bab tinjauan pustaka 2.1.
- **Fuzzifikasi data historis**  
 Kita akan mencari himpunan *fuzzy* dari setiap data input yang ada. Proses melakukan fuzzifikasi telah diuraikan pada sub-bab sebelumnya yaitu 2.1.

- Menentukan *fuzzy logical relationship (FLR)*  
Untuk menentukan *fuzzy logical relationship (FLR)* dari data, bisa dilakukan secara manual berdasarkan pola data sesuai dengan aturan penentuan *fuzzy logical relationship (FLR)* pada bab tinjauan pustaka 2.1. Selain itu bisa menggunakan bantuan *software* MATLAB juga untuk biasa mengetahui *fuzzy logical relationship (FLR)*.
- Menyusun matriks probabilitas transisi  
Pada data *time series*, dengan menggunakan *fuzzy logical relationship group (FLRG)* kita akan menemukan peluang untuk *state* berikutnya. Dengan konsep *markov chain* kita akan membuat matriks transisi yang akan menghasilkan peluang terbesar untuk *state* berikutnya. Untuk penjelasan mengenai pembuatan matriks transisi telah diuraikan pada sub-bab 2.4.
- Menyesuaikan kecenderungan (*tendency*) hasil peramalan  
Matriks R yang telah dibuat pada step (5) telah merepresentasikan transisi dari seluruh sistem. Sehingga untuk menentukan hasil peramalan dihitung menggunakan baris peluang pada matriks R dan juga rata-rata dari midpoint. Untuk penjelasan mengenai penentuan hasil peramalan dengan menggunakan matriks probabilitas transisi R telah dijelaskan pada bab tinjauan pustaka 2.4.1.
- Menghitung nilai peramalan yang telah disesuaikan  
Nilai peramalan adalah nilai yang telah ditambahkan nilai penyesuaian  $D_t$ . Nilai  $D_t$  sendiri merupakan nilai trend dimana untuk setiap kondisi *state* akan berbeda. Penjelasan mengenai atura-

aturan nilai  $D_t$  telah dijelaskan pada sub-bab tinjauan pustaka 2.4.2.

Selanjutnya hasil peramalan pada step (6) akan ditambahkan dengan nilai  $D_t$ . Penjelasan mengenai aturan-aturan menghitung nilai peramalan yang telah disesuaikan telah dijelaskan pada sub-bab tinjauan pustaka 2.4.3.

**e. Uji coba dan Analisis Model**

Setelah proses pembuatan model peramalan, maka selanjutnya adalah melakukan uji coba dan analisis model. Pada proses uji coba ini akan dilakukan beberapa jenis uji coba untuk mengetahui kinerja dari model. Selanjutnya dari *output* yang dihasilkan akan dianalisis terlebih dahulu dengan dibandingkan dengan hasil uji coba yang lain sehingga diperoleh model yang paling optimal.

**f. Analisis Hasil**

Setelah diperoleh model yang paling optimal maka akan dilakukan proses peramalan dengan model tersebut. Untuk melihat tingkat keakurasian model, pada tahap ini akan dilakukan validasi *Mean absolute percentage error* (MAPE) untuk melihat performa dari model yang telah dibuat. Nilai MAPE ini nantinya akan dibandingkan dengan nilai MAPE dari metode peramalan yang lain yaitu *fuzzy time series* dan *moving average*. Selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan terhadap hasil dari performa masing-masing model. Sehingga output dari tahapan ini adalah kesimpulan dan saran.



## **BAB IV**

### **PEMODELAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini dijelaskan mengenai pembuatan model peramalan, yang disusun sesuai dengan langkah-langkah yang telah dicantumkan pada bab sebelumnya. Formulasi serta mekanisme metode diimplementasikan ke dalam bentuk kode program matlab.

#### **1.1. Pra Proses**

Pada bab penjelasan alur metodologi 3.2 telah dijelaskan penanganan terhadap data kosong. Berdasarkan kalender Indonesia, dari data harian selama 5 tahun dimulai dari 4 Januari 2010 sampai dengan 31 Desember 2014 terdapat 9 data kosong. Dari data yang kosong tersebut kita hilangkan sesuai dengan bab penjelasan alur metodologi 3.2, sehingga tidak ada *missing* data dan data siap untuk diolah.

#### **1.2. Perancangan Data**

Untuk melakukan peramalan nilai tukar rupiah terhadap USD dengan menggunakan metode *Average-based fuzzy time series markov chain* data yang digunakan adalah data harian selama 5 tahun dimulai dari 4 Januari 2010 sampai dengan 31 Desember 2014 dengan total jumlah data adalah 1230 data tidak termasuk hari libur. Data ini diperoleh dari situs Bank Indonesia (<http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx>). Dari keseluruhan data akan menjadi dua bagian yaitu data *training* (pelatihan) dan data *testing* (pengujian). Untuk melakukan pembagian data pelatihan dan pengujian menggunakan kode program seperti pada Gambar 4.1.

```

%%membentuk data train dan data test
Ptrain=input('Prosentase data train = ');
Ptes=input('Prosentase data tes = ');
J=size(data,1);
Jtrain=Ptrain*J/100;
Jtes=Ptes*J/100;
Dtrain(:,1)=data(1:Jtrain,1);
Dtes(:,1)=data(Jtrain+1:J,1);

```

**Gambar 4. 1 Potongan Kode Program untuk Membagi Data**

Sebelum melakukan pembagian data program akan meminta inputan berupa prosentase data pelatihan dan data pengujian. Selanjutnya data akan dibagi berdasarkan inputan prosentase data pelatihan dan pengujian. Data pelatihan akan disimpan pada matriks array *Dtrain* pada kolom pertama. Sedangkan data pengujian akan disimpan pada matriks array *Dtes* pada kolom pertama.

### **1.3. Pembuatan Model**

#### **1.3.1. Perhitungan interval menggunakan *average-based***

Penentuan panjang interval dari *historical* data ditentukan menggunakan *average-based*. Cara menghitung panjang interval dengan menggunakan *average-based* telah dijelaskan pada bab 2.2. Poses pengimplementasian perhitungan panjang interval menggunakan *average-based* secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.2.

```

% Menentukan interval dengan average-based
J=size(Dtrain,1);
dif(1,1)=Dtrain(1,1);
for n =2:J
    dif(n,1)=Dtrain(n,1);
    dif(n,2)=Dtrain(n,1)-Dtrain(n-1,1);
end;
Adif=abs(dif);
disp('Rata-rata selisih dari data :');
disp(Adif);
ratadif= mean(Adif(:,2));
Sratadif=ratadif/2;

%menentukan panjang interval sesuai basis interval
if Sratadif > 100
    interval =roundn(Sratadif,2);
elseif Sratadif > 10
    interval =roundn(Sratadif,1);
elseif Sratadif > 1
    interval =roundn(Sratadif,0);
else Sratadif > 0.1;
    interval =roundn(Sratadif,-1);
end;

```

**Gambar 4. 2 Potongan Kode untuk Perhitungan Interval**

Dari data pelatihan yang ada akan dicari nilai rata-rata selisihnya, kemudian nilai rata-rata selisih tadi dibagi menjadi dua dan disimpan dalam *Sratadif*. Nilai *Sratadif* kemudian dibulatkan sesuai dengan aturan *average-based* untuk dijadikan interval.

### **1.3.2. Peramalan Fuzzy Time Series Markov Chain**

Peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain*, Ruey-Chyn tsaor (2012) mencakup tujuh langkah. Langkah-langkah tersebut adalah mendefinisikan semesta pembicaraan, membagi semesta pembicaraan menjadi

beberapa interval, mendefinisikan himpunan *fuzzy*, *fuzzify* data historikal, menghitung hasil peramalan, menyesuaikan kecenderungan (*tendency*) hasil peramalan dan menghitung hasil peramalan yang telah disesuaikan.

### 1.3.2.1. Mendefinisikan *Universe Of discourse*

Berikut adalah potongan kode program dari implementasi model peramalan

```
%Step 1 definisi universe of discourse
bottom=min(data);
top=max(data);

Dmin=bottom(1,1);
Dmax=top(1,1);
disp('Data terkecil :');
disp(Dmin);
disp('Data terbesar :');
disp(Dmax);

D1=input('D1 = ');
D2=input('D2 = ');

Ubottom=Dmin-D1;
Utop=Dmax+D2;
disp('Universe of discourse = ');
disp(Ubottom);
disp(Utop);
```

**Gambar 4. 3 Potongan Kode Program untuk Mendefinisikan Semesta Pembicaraan**

Dari potongan kode program pada Gambar 4.3, program akan meminta inputan nilai  $D_1$  dan  $D_2$  kepada user untuk mempermudah dalam membagi semesta pembicaraan menjadi beberapa interval yang panjangnya sudah ditentukan pada langkah Perhitungan interval menggunakan *average-based* 4.3.1.

Selanjutnya semesta pembicaraan  $U$  akan dibagi menjadi beberapa bagian sama panjang dimana setiap interval

panjangnya sesuai dengan perhitungan sebelumnya menggunakan *average-based*.

```
countU=(Utop-Ubottom)/interval;

U(1,1)= Ubottom;
for n=1:countU-1
    U(n,2)=U(n,1)+interval;
    U(n+1,1)=U(n,2);
    U(n,3)=n;
    U(n,4)=(U(n,1)+U(n,2))/2;
end;

U(countU,1)=Utop-interval;
U(countU,2)=Utop;
U(countU,3)=countU;
U(countU,4)=(U(countU,1)+U(countU,2))/2;
```

**Gambar 4. 4 Potongan Kode Program untuk Pembagian Interval**

Potongan kode program pada Gambar 4.4 merupakan implementasi dari langkah pembagian semesta pembicaraan menjadi beberapa bagian. `countU` adalah jumlah bagian interval. Pada matriks `U` ini akan disimpan batas bawah pada kolom 1, batas atas pada kolom 2, indeks penomoran `U` pada kolom 3 dan *midpoint* interval `U` pada kolom 4 untuk setiap interval `U` yang ada.

#### **1.3.2.2. Definisi himpunan Fuzzy pada semesta pembicaraan `U`**

Untuk pendefinisian himpunan fuzzy dilakukan sama seperti yang dijelaskan sebelumnya pada bab tinjauan pustaka 2.1.

#### **1.3.2.3. Fuzzifikasi data historis**

Setelah pembagian data telah dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan fuzzifikasi kepada data train.

Implementasi fuzzifikasi data train pada program Matlab digambarkan pada Gambar 4.5.

```

bb=1:countU;
fuzdata=Dtrain(:,1);
J=Jtrain;
for n=1:J
    for bb=1:countU
        if (Dtrain(n,1) >= U(bb,1) && (Dtrain(n,1) < U(bb,2))
            fuzdata(n,2) = U(bb,3);
        end;
    end;
end;

```

**Gambar 4. 5 Potongan Kode Program untuk Fuzzifikasi Data**

Fuzzifikasi untuk setiap data dilakukan dengan melihat nilai dari setiap data berada pada interval mana data tersebut [11]. Hasil fuzzifikasi pada data kemudian disimpan pada matriks array *fuzdata* pada kolom ke 2.

#### **1.3.2.4. Menentukan *fuzzy logical relationship* (FLR)**

Setelah data historis sudah terfuzzifikasi selanjutnya adalah menentukan *Fuzzy Logical Relationship*. *Fuzzy Logical Relationship* didapatkan dengan cara melihat fuzzifikasi data sebelum  $(n - 1)$  dan fuzzifikasi saat ini  $(n)$ . Implementasi menentukan *Fuzzy Logical Relationship* pada program Matlab digambarkan pada Gambar 4.6.

```

fuzdata(1,3)=0;
fuzdata(1,4)=fuzdata(1,2);
for n=2:J
    fuzdata(n,3)=fuzdata(n-1,2);
    fuzdata(n,4)=fuzdata(n,2);
end;

```

**Gambar 4. 6 Potongan Kode Program untuk Membentuk FLR**

### 1.3.2.5. Menyusun matriks probabilitas transisi

Dari kumpulan *Fuzzy Logical Relationship* ini maka terbentuklah *Fuzzy Logical Relationship Group*. Selanjutnya FLRG yang didapatkan ini, akan didapatkan matriks probabilitas perpindahannya (matriks R). Untuk pengimplementasiannya pada kode program dalam membuat matriks R digambarkan pada Gambar 4.7.

```
temp = zeros(countU, countU);
for n=2:J
    temp(fuzdata(n,3),fuzdata(n,4)) = temp(fuzdata(n,3),fuzdata(n,4)) + 1;
end;
disp(temp);
```

**Gambar 4. 7 Potongan Kode Program untuk Membuat Matriks Probabilitas**

Pertama-tama dibuat sebuah matriks nol dengan dimensi sebesar jumlah himpunan *fuzzy* x jumlah himpunan *fuzzy*. Hal ini diperlukan untuk menyiapkan tempat untuk setiap kemungkinan perpindahan state dari semua *current state*. Selanjutnya proses *looping* dilakukan untuk semua data kecuali data pertama, karena kita tidak mengetahui *current state* sebelumnya. Data pada setiap baris dan kolom pada matriks ini akan bertambah sesuai dengan hasil FLR pada data. Setiap baris pada matriks FRL merepresentasikan nilai FLRG pada setiap *state* terhadap *state* lain sesuai dengan nomer kolom.

### 1.3.2.6. Menghitung Nilai Peramalan

Setelah mendapatkan nilai probabilitas perpindahan setiap state maka selanjutnya kita sudah bisa menghitung nilai peramalan. Untuk menghitung nilai peramalan adalah dengan cara mengalikan setiap peluang dengan midpoint interval.

```

forecast_table(:,1)=U(:,3);
for n=1:countU
    if sum(temp(n,:)) < 1
        y=forecast_table(n,1);
        forecast_table(n,2)= U(y,4);
    elseif sum(temp(n,:)) >= 1
        x = temp(n,:);
        z = U(:,4);
        forecast_table(n,2)= ((x(1:countU)*z)/sum(temp(n,:)));
    end;
end;

```

**Gambar 4. 8 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Peramalan**

Sesuai dengan potongan kode program yang digambarkan pada Gambar 4.8, hasil peramalan didapatkan dengan cara melihat nilai probabilitas state berikutnya yang sudah terepresentasikan pada matriks R. Untuk setiap himpunan *fuzzy*  $A_i$ , apabila tidak berkomunikasi atau berelasi dengan state lain nilai peramalannya adalah midpoint dari  $A_i$ . Namun apabila  $A_i$  berkomunikasi atau berelasi dengan state lain, maka nilai peramalannya adalah probabilitas dikali dengan midpoint dari  $A_i$ . Dari proses diatas, sudah didapatkan hasil *forecast* untuk setiap *state*. Selanjutnya kita lakukan defuzzifikasi setiap data untuk melihat hasil peramalan setiap data. Untuk pengimplementasiannya pada kode program Matlab dalam defuzzifikasi hasil peramalan digambarkan pada Gambar 4.9.



```

%hasil forecast
forecast(:,1) = fuzzdata(:,2);
forecast(1,2) = data(1,1);
for m = 2:size(forecast(:,1))
    for n = 1:size(forecast_table)
        if(forecast_table(n,1) == forecast(m-1,1))
            forecast(m,2) = round(forecast_table(n,2));
        end;
    end;
end;

```

**Gambar 4. 9 Potongan Kode Program untuk Mendapatkan Nilai Hasil Peramalan**

Hasil peramalan untuk hari berikutnya ( $n + 1$ ) didapatkan dari fuzzifikasi data pada hari ini ( $n$ ). Dari fuzzifikasi hari ini akan dicari nilai forecastnya pada `forecast_table`. Nilai hasil peramalan akan disimpan pada matriks `forecast` pada kolom kedua.

#### **1.3.2.7. Menghitung nilai penyesuaian hasil peramalan & nilai hasil peramalan yang telah disesuaikan**

Step selanjutnya adalah mencari nilai penyesuaian pada hasil peramalan ( $D_t$ ). Sesuai dengan aturan yang telah dibahas pada bab tinjauan pustaka 2.4.3.

$D_{t1}$  merupakan nilai penyesuaian yang ditambahkan apabila *state* berhubungan dengan *state* itu sendiri. Nilai yang ditambahkan adalah setengah dari interval. Sedangkan apabila *state* itu tidak berhubungan dengan *state* itu sendiri maka nilai  $D_{t1} = 0$ . Kode program Matlab untuk menghitung nilai  $D_{t1}$  digambarkan pada Gambar 4.10.

```

    %menghitung dt1 untuk melihat hubungan dengan state itu sendiri
    for n=1:J
        for m=1:countU
            if fuzzdata(n,2) == forecast_table(m,1)
                if temp(forecast_table(m,1),forecast_table(m,1)) >= 1
                    Dt1(n,1) = interval/2;
                elseif temp(forecast_table(m,1),forecast_table(m,1)) == 0
                    Dt1(n,1) = 0;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

**Gambar 4. 10 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Dt1**

Sedangkan  $D_{t2}$  merupakan nilai penyesuaian yang ditambahkan senilai dengan jumlah perpindahan *state*. Oleh karena itu sebelum menghitung nilai  $D_{t2}$  harus dicari nilai perpindahan *statenya* terlebih dahulu. Untuk menghitung perpindahan *state* dengan program digambarkan pada Gambar 4.11.

```

    %%Adjustmen value
    for n =2:J
        perpindahan_state(n,1)=0;
        perpindahan_state(n,1)=fuzzdata(n,2)-fuzzdata(n-1,2);
    end;

```

**Gambar 4. 11 Menghitung Perpindahan State**

Setelah mendapatkan nilai perpindahan setiap data, maka selanjutnya adalah menghitung nilai  $D_{t2}$

```

for n=1:J
    if perpindahan_state(n,1) == 0
        Dt1(n,2)=Dt1(n,1);
        Dt2(n,1)=0;
    elseif perpindahan_state(n,1) <= -1
        Dt1(n,2)=Dt1(n,1)*(-1);
        y=perpindahan_state(n,1)
        %tidak perlu dikali -1/2 karena perpindahannya sudah minus
        Dt2(n,1)= 1/2*interval*y;
    else perpindahan_state(n,1) >= 1
        Dt1(n,2)=Dt1(n,1);
        y=perpindahan_state(n,1)
        Dt2(n,1)=1/2*interval*y;
    end;
end;

```

**Gambar 4. 12 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Dt2**

Untuk pengimplementasian menghitung nilai  $D_{t2}$  menggunakan program Matlab digambarkan pada Gambar 4.12

Selanjutnya hasil *forecast* adalah nilai *forecast* ditambah dengan  $D_{t1}$  dan  $D_{t2}$  seperti pada Gambar 4.13.

```

%%adjustment_forecasting
for n=1:J
    adjustment_forecasting(n,1)=forecast(n,2)+ Dt2(n,1)+ Dt1(n,2)
end;

```

**Gambar 4. 13 Potongan Kode Program untuk Menghitung Nilai Adjustment Forecasting**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V**

### **UJI COBA & ANALISIS HASIL**

Bab uji coba dan analisis hasil menjelaskan tentang lingkungan uji coba, pelaksanaan uji coba, dan analisis hasil uji coba.

#### **5.1. Lingkungan Uji Coba**

Dalam tugas akhir ini uji coba dilakukan menggunakan laptop dengan spesifikasi Processor Intel Core i5 2 GHz dan RAM 2 GB. Program penelitian dibuat menggunakan perangkat lunak Matlab versi R2009a.

#### **5.2. Pelaksanaan Uji Coba**

Pada sub bab ini akan menjelaskan jenis uji coba, pelaksanaan uji coba serta hasil uji coba.

##### **5.2.1. Uji Coba Komposisi Data**

Pada uji coba komposisi data ini, akan dilakukan uji coba terhadap komposisi data pelatihan dan juga data pengujian. Data yang akan digunakan adalah data harian selama 5 tahun dimulai dari 4 Januari 2010 sampai dengan 31 Desember 2014 dengan total jumlah data adalah 1230 data tidak termasuk hari libur. Langkah-langkah uji coba komposisi data adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan komposisi data pelatihan dan pengujian. Pada uji coba ini akan ada 4 kali uji coba yaitu perbandingan data pelatihan dan data pengujian 60:40, 70:30, 80:20, dan 90:10.
- b. Peramalan *average-based FTS Markov-chain*
- c. Menghitung MAPE peramalan.

Dalam melakukan peramalan *average-based FTS Markov-chain*, komposisi data pelatihan akan digunakan dalam membangun model sedangkan dalam melakukan pengujian

model akan digunakan data pengujian. Hasil uji coba komposisi data ditunjukkan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5. 1 Hasil Uji Coba Komposisi Data**

| Uji Coba ke | Komposisi Data Pelatihan | Komposisi Data Pengujian | MAPE Pengujian (%) | MSE    | MAD  |
|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------|------|
| 1           | 60%                      | 40%                      | 0.33%              | 3232   | 38   |
| 2           | 70%                      | 30%                      | 0.39%              | 4175.7 | 45.9 |
| 3           | 80%                      | 20%                      | 0.45%              | 5671.9 | 53.6 |
| 4           | 90%                      | 10%                      | 0.44%              | 5489.2 | 53.8 |

Berdasarkan Tabel 5.1 terlihat bahwa komposisi data pelatihan 60% dan data pengujian 40% memiliki nilai MAPE, MSE dan MAD terkecil. Selanjutnya hasil uji coba komposisi data ini akan digunakan dalam pengujian selanjutnya.

### **5.2.2. Uji Coba Penentuan Parameter Interval**

Pada uji coba penentuan parameter ini, akan dilakukan uji coba terhadap rentang panjang interval dengan menggunakan data pelatihan sebesar 60% dari keseluruhan data yaitu sebanyak 738 data dan data pengujian sebesar 40% dari keseluruhan data yaitu sebanyak 492 data. Langkah – langkah uji coba penentuan interval adalah sebagai berikut:

- Menentukan panjang interval berdasarkan *average-based fuzzy time series markov-chain* dan panjang interval lain yang berbeda dengan panjang interval yang dihasilkan oleh perhitungan *average-based fuzzy time series markov-chain*.
- Melakukan peramalan *fuzzy time series markov-chain* dengan panjang interval yang telah ditentukan
- Menghitung nilai MAPE.

Nilai interval yang paling optimal dipilih berdasarkan nilai MAPE pengujian yang terkecil.

Tabel 5. 2 Hasil Uji Coba Parameter Panjang interval

| Uji Coba Ke | Metode               | Panjang Interval | MAPE Pengujian (%) | MSE    | MAD   |
|-------------|----------------------|------------------|--------------------|--------|-------|
| 1           | Average Based FTS MC | 10               | 0.33               | 3232   | 38    |
| 2           | FTS MC               | 50               | 0.35               | 3423.9 | 40.49 |
| 3           | FTS MC               | 100              | 0.41               | 4490.5 | 50.9  |

Hasil uji coba parameter panjang interval ditunjukkan pada Tabel 5.2. Hasil dari parameter panjang interval ini akan digunakan untuk melakukan pengujian selanjutnya.

### 5.2.3. Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan

Dari hasil uji coba parameter panjang interval pada uji coba sebelumnya, telah didapatkan panjang interval yang optimal untuk meramalkan nilai tukar USD-IDR. Berdasarkan panjang interval tersebut dilakukan uji coba perbandingan nilai peramalan dengan nilai aktual menggunakan data pengujian dengan metode *average-based FTS markov-chain*. Pada uji coba ini menggunakan data pelatihan sebesar 60% dari keseluruhan data yaitu sebanyak 738 data dan data pengujian sebesar 40% dari keseluruhan data yaitu sebanyak 492 data. Langkah - langkah uji coba perbandingan nilai peramalan menggunakan metode *average-based FTS markov-chain* adalah sebagai berikut:

- Mendefinisikan *universe of discourse*
- Membagi *universe of discourse* menjadi beberapa bagian interval yang sama
- Fuzzifikasi data historis
- Menentukan *fuzzy logical relationship (FLR)*
- Menyusun matriks probabilitas transisi
- Menghitung nilai peramalan

- g. Menghitung nilai penyesuaian hasil peramalan & nilai hasil peramalan yang telah disesuaikan
- h. Menghitung nilai MAPE

Langkah – langkah diatas diimplementasikan dalam perangkat lunak Matlab seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 4.2.2. Langkah pertama adalah mendefinisikan *universe of discourse*. Dari data historikal nilai kurs dari tahun 2010 sampai dengan 2014 menunjukkan bahwa  $D_{min} = 8502$  dan  $D_{max} = 12965$ . Maka dipilih nilai  $D_1 = 2$  dan  $D_2 = 5$  sehingga semesta pembicaraan  $U = [8500, 12970]$ . Pada langkah kedua, dari semesta pembicaraan  $U = [8500, 12970]$  yang dibagi dengan panjang tiap interval adalah 10, maka semesta pembicaraan  $U$  terbagi menjadi 447 bagian dengan  $u_1 = [8500, 8510]$ ,  $u_2 = [8510, 8520]$ ,  $u_3 = [8520, 8530]$ , .....  $u_{446} = [12950, 12960]$ ,  $u_{447} = [12960, 12970]$ . Langkah ketiga adalah fuzzifikasi data histori sesuai yang telah dijelaskan pada sub bab 4.2.2.3. Untuk menentukan *fuzzy logical relationship (FLR)* telah dijelaskan pada sub bab 4.2.2.4. Untuk menyusun matriks probabilitas transisi telah dijelaskan pada sub bab 4.2.2.5. Untuk menghitung nilai peramalan telah dijelaskan pada sub bab 4.2.2.6. Sedangkan untuk menghitung nilai penyesuaian hasil peramalan & nilai hasil peramalan yang telah disesuaikan telah dijelaskan pada sub bab 4.2.2.7. Hasil dari uji coba perbandingan nilai aktual dengan nilai peramalan menghasilkan nilai MAPE peramalan sebesar 0.33%, nilai MSE peramalan sebesar 3232 nilai MAD peramalan sebesar 38.

#### **5.2.4. Uji Coba Kinerja Model**

Uji coba kinerja model dilakukan untuk melihat kinerja dari model peramalan dengan cara menggunakan model peramalan untuk meramalkan data yang berbeda dengan data sebelumnya (data pelatihan atau pengujian sebelumnya). Oleh karena itu,



pada uji coba ini akan menggunakan data mulai bulan Januari 2015 sampai dengan Februari 2015 yaitu sebanyak 40 data. Hasil uji coba kinerja model menghasilkan nilai MAPE peramalan sebesar 0.38%, nilai MSE peramalan sebesar 3287.5 dan nilai MAD sebesar 47.9.

### **5.2.5. Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan Menggunakan Data Baru**

Uji coba perbandingan nilai peramalan menggunakan data baru dilakukan untuk melihat performa model dalam meramalkan data baru (bukan data pelatihan dan data pengujian). Uji coba ini menggunakan data pelatihan sebesar 60% dari keseluruhan data yaitu sebanyak 738 data dan data pengujian sebesar 40% dari keseluruhan data yaitu sebanyak 492 data. Sedangkan untuk validasinya menggunakan data bulan maret 2015. Langkah – langkah dalam melakukan uji coba perbandingan nilai peramalan menggunakan data baru adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan data validasi
- b. Melakukan peramalan *average-based FTS Markov-chain*
- c. Menghitung nilai MAPE

Berdasarkan hasil uji coba peramalan nilai tukar USD-IDR dengan menggunakan data baru bulan Maret 2015 menghasilkan nilai MAPE peramalan sebesar 0.39%, nilai MSE peramalan sebesar 4474.6 dan nilai MAD peramalan sebesar 51.4.

### **5.2.6. Uji Coba Perbandingan Model**

Uji coba perbandingan model ini dilakukan untuk melihat performa model apabila dibandingkan dengan metode yang lain. Model yang akan digunakan sebagai uji coba adalah *average-based FTS markov-chain*, *fuzzy time series* standar, dan *moving average*. *Moving average* yang digunakan pada

uji coba ini adalah *moving average* periode 6. Sehingga untuk meramalkan nilai hari berikutnya didapatkan dari nilai rata-rata 6 hari sebelum [18] [19]. Sedangkan *fuzzy time series* yang digunakan pada uji coba ini adalah *fuzzy time series* Song & Chissom [4]. Perhitungan jumlah interval pada metode *fuzzy time series* menggunakan perhitungan pengelompokkan data tunggal [20]. Data pelatihan yang digunakan adalah 60% dari jumlah keseluruhan data. Dan uji coba perbandingan model dilakukan kepada 40% dari jumlah keseluruhan data. Hasil peramalan akan diukur menggunakan MAPE.

Hasil uji coba perbandingan model ditunjukkan pada Tabel 5.3

**Tabel 5. 3 Hasil Uji Coba Perbandingan Model**

| Uji Coba ke | Metode Pengujian | <i>Fuzzy time series</i> standar | <i>Average-based FTS markov-chain</i> | <i>Moving average</i> |
|-------------|------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| 1           | MAPE             | 1,56%                            | 0.33%                                 | 0.57%                 |
| 2           | MSE              | 43213                            | 3232                                  | 9038.2                |
| 3           | MAD              | 165.9                            | 38                                    | 66.1                  |
| 4           | Bias             | -32185                           | -2282                                 | -9732.8               |
| 5           | TS               | -193.9                           | -59.98                                | -147.1                |

Bias (*sum of error*) didapatkan dengan cara menambahkan semua nilai error. TS (*tracking signal*) didapatkan dari nilai bias dibagi dengan MAD.

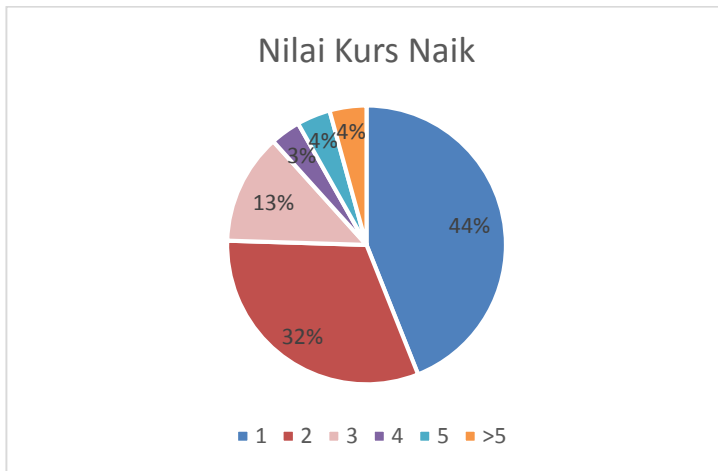
### 5.3. Analisis Hasil Uji Coba

Pada sub bab ini akan menjelaskan tentang analisis hasil uji coba yang telah dilakukan pada sub bab 5.2.

#### 5.3.1. Analisis Data

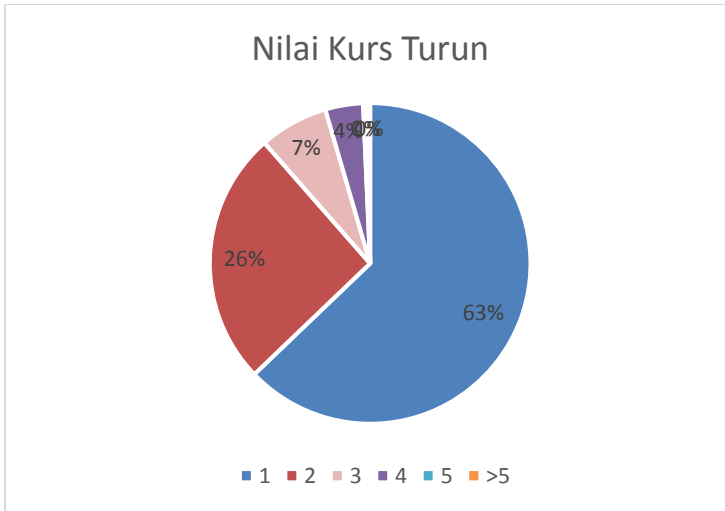
Berdasarkan hasil fuzzifikasi dari setiap historikal data, dilakukan analisis untuk setiap perpindahan data. Dari hasil analisis, dihasilkan bahwa 44% dari data mengalami kenaikan sebanyak 1 kali (1 hari), sebelum pada hari berikutnya

mengalami penurunan lagi. Sedangkan 32% dari data mengalami kenaikan 2 hari berturut-turut, sebelum pada hari berikutnya mengalami penurunan. Dan 13% dari data mengalami kenaikan 3 hari berturut-turut sebelum pada hari berikutnya mengalami penurunan. Presentase lengkap dari kenaikan nilai kurs digambarkan pada Gambar 5.1.



**Gambar 5. 1 Kenaikan nilai kurs**

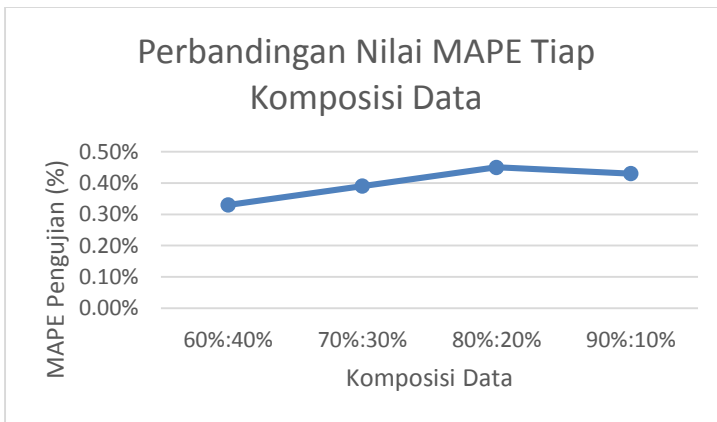
Sedangkan 63% dari data mengalami penurunan nilai kurs 1 kali (sehari) dan kemudian mengalami kenaikan lagi di hari berikutnya. Dan 26% dari data mengalami penurunan nilai kurs 2 hari berturut-turut sebelum mengalami kenaikan dihari berikutnya. Prosentase lengkap digambarkan pada Gambar 5.2



**Gambar 5. 2 Penurunan Nilai Kurs**

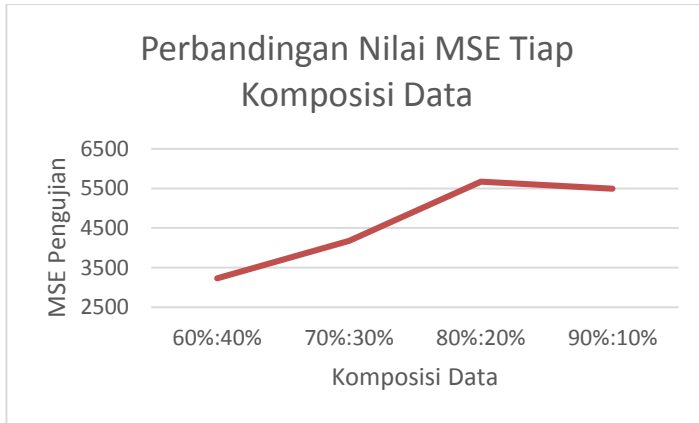
### 5.3.2. Analisis Uji Coba Komposisi Data

Hasil uji coba komposisi data pelatihan dan data pengujian dari segi nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 5.3.



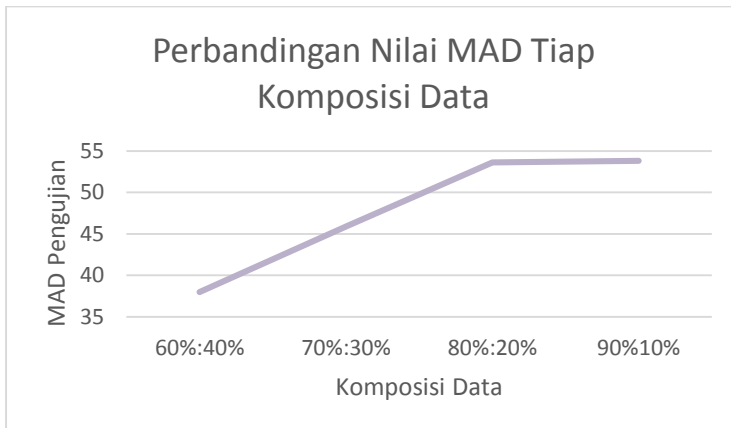
**Gambar 5. 3 Hasil Uji Coba Komposisi Data**

Hasil uji coba komposisi data pelatihan dan data pengujian dari segi nilai MSE ditunjukkan pada Gambar 5.4.



**Gambar 5. 4 Hasil Pengujian MSE Komposisi Data**

Hasil uji coba komposisi data pelatihan dan data pengujian dari segi nilai MAD ditunjukkan pada Gambar 5.5.

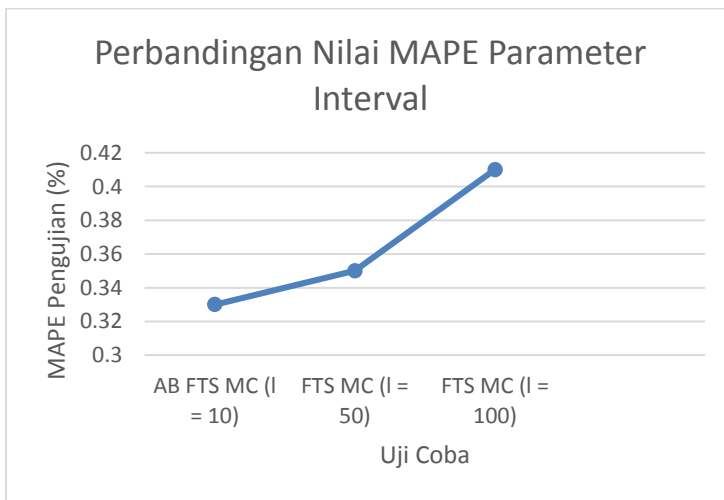


**Gambar 5. 5 Hasil Nilai MAD Tiap Komposisi Data**

Berdasarkan hasil pengujian MAPE pada Gambar 5.1, dan hasil pengujian MSE pada Gambar 5.2, serta hasil pengujian MAD pada gambar 5.3, komposisi data pelatihan 60% dan pengujian 40% memiliki nilai MAPE, MSE, dan MAD lebih kecil dibandingkan komposisi data yang lain dengan nilai MAPE peramalan sebesar 0.33%, nilai MSE peramalan sebesar 3232 nilai MAD peramalan sebesar 38. Dari hasil uji coba komposisi data, maka disimpulkan bahwa komposisi data yang paling optimal adalah data pelatihan 60% dan data pengujian 40%.

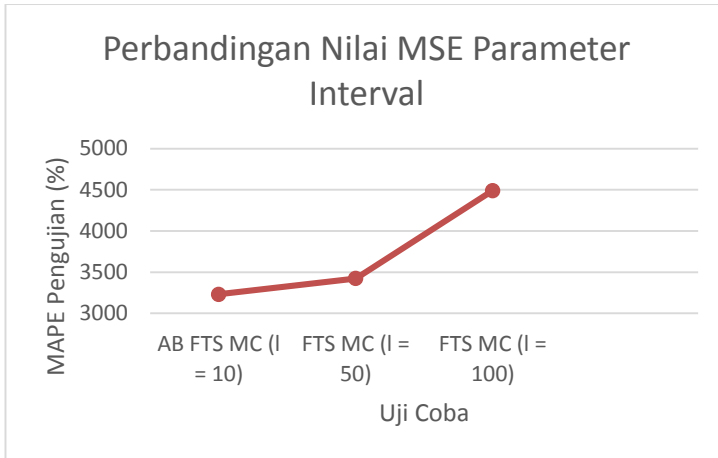
### 5.3.3. Analisis Uji Coba Penentuan Parameter Interval

Hasil uji coba penentuan parameter interval dari segi nilai MAPE ditunjukkan pada Gambar 5.6.



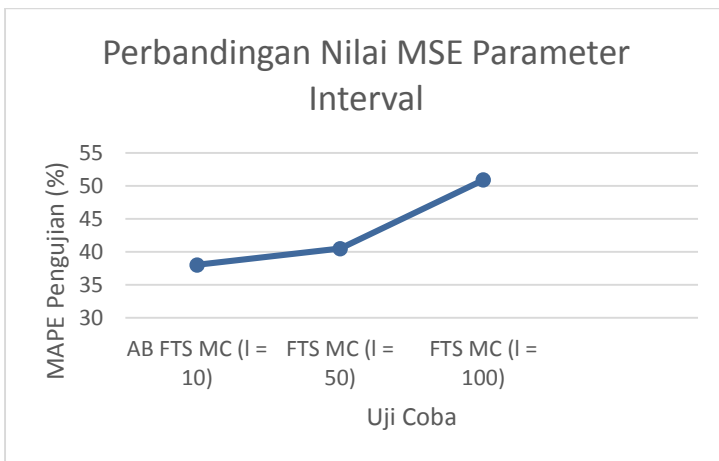
**Gambar 5. 6 Hasil Uji Coba Penentuan Parameter Interval**

Hasil uji coba penentuan parameter interval dari segi nilai MSE ditunjukkan pada Gambar 5.7.



**Gambar 5. 7 Hasil Uji Coba Parameter Interval dari segi MSE**

Hasil uji coba penentuan parameter interval dari segi nilai MAD ditunjukkan pada Gambar 5.8.



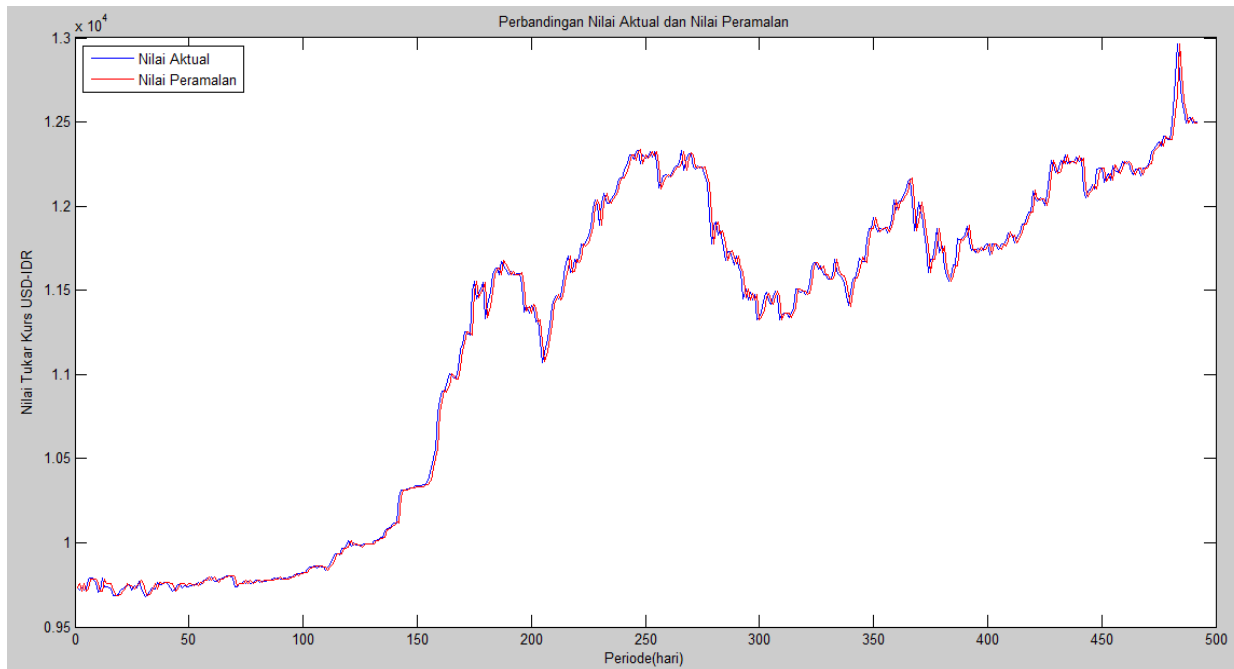
**Gambar 5. 8 Hasil Uji Coba Parameter Interval dari Segi MAD**

Berdasarkan hasil pengujian MAPE pada Gambar 5.4, dan hasil pengujian MSE pada Gambar 5.5, serta hasil pengujian MAD pada gambar 5.6, *average-based fuzzy time series markov chain* dengan panjang interval 10 memiliki nilai MAPE, MSE, dan MAD lebih kecil dibandingkan dengan uji coba panjang interval yang lain dengan nilai MAPE peramalan sebesar 0.33%, nilai MSE peramalan sebesar 3232 nilai MAD peramalan sebesar 38. Dari hasil uji coba penentuan parameter interval, maka disimpulkan bahwa panjang parameter yang paling optimal adalah 10 dengan menggunakan *average-based*.

#### **5.3.4. Analisis Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan**

Pada uji coba sebelumnya, yaitu uji coba komposisi data dan parameter panjang interval telah diperoleh komposisi data dan panjang interval yang optimal. Komposisi data yang paling optimal adalah 60% data pelatihan dan 40% data pengujian. Sedangkan interval yang paling optimal adalah sebesar 10. Berdasarkan nilai komposisi data dan panjang interval tersebut dilakukan peramalan kurs nilai tukar USD-IDR dengan menggunakan metode *average-based fuzzy time series markov-chain* dengan data uji sebesar 40% dari jumlah keseluruhan data. Dari peramalan yang dilakukan menghasilkan nilai MAPE pengujian sebesar 0.33%, nilai MSE peramalan sebesar 3232 nilai MAD peramalan sebesar 38. Grafik perbandingan nilai peramalan dan data aktual dapat dilihat pada Gambar 5.9. Dari Gambar 5.9 terlihat bahwa nilai hasil peramalan harian kurs IDR-USD menggunakan metode *average-based fuzzy time series markov-chain* mendekati nilai tukar harian kurs IDR-USD yang sebenarnya.

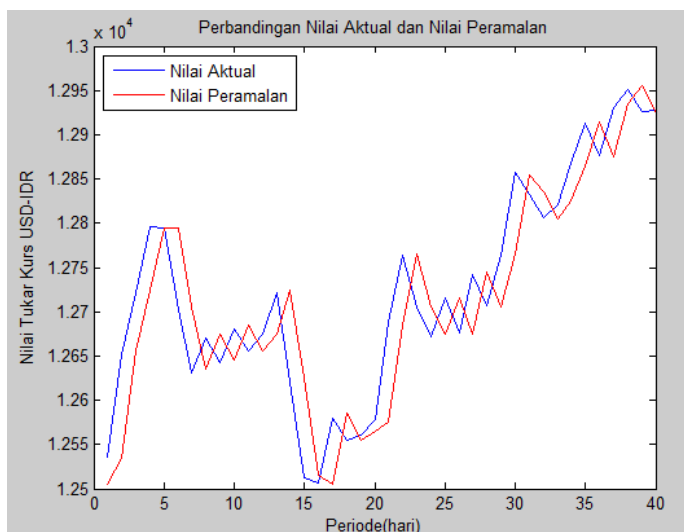




**Gambar 5. 9 Hasil Perbandingan Nilai Peramalan**

### 5.3.5. Analisis Uji Coba Kinerja Model

Berdasarkan hasil uji coba kinerja model dengan menggunakan data mulai bulan Januari sampai dengan Februari 2015. Dari validasi ini menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.38%, nilai MSE peramalan sebesar 3287.5 dan nilai MAD sebesar 47.9. Hasil perbandingan antara nilai aktual dan peramalan ditunjukkan pada Gambar 5.10.

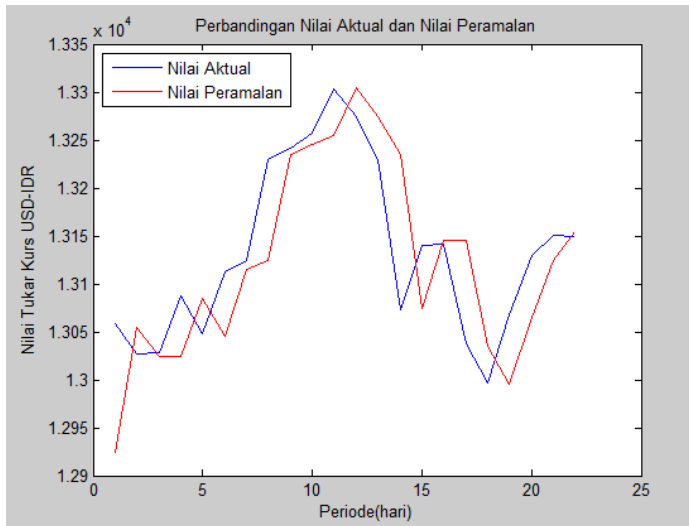


Gambar 5. 10 Hasil Uji Coba Kinerja Model

### 5.3.6. Analisis Uji Coba Perbandingan Nilai Peramalan Menggunakan Data Baru

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan sebelumnya yaitu uji coba komposisi data dan parameter panjang interval telah diperoleh komposisi data dan panjang interval yang optimal. Berdasarkan nilai komposisi data dan panjang interval tersebut dilakukan peramalan kurs nilai tukar USD-IDR dengan menggunakan metode *average-based fuzzy time series markov-chain*. Pada uji coba ini akan dilakukan peramalan kurs nilai

tukar USD-IDR menggunakan data baru yaitu data bulan Maret 2015. Dari Peramalan menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.39%, nilai MSE peramalan sebesar 4474.6 dan nilai MAD peramalan sebesar 51.4. Grafik perbandingan antara nilai aktual dan nilai peramalan dapat dilihat pada Gambar 5.11.

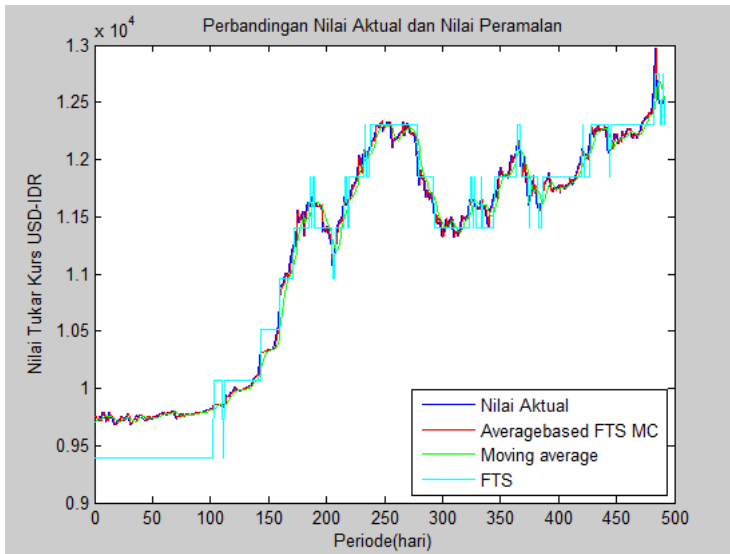


Gambar 5. 11 Hasil Uji Coba Data Baru

### 5.3.7. Analisis Uji Coba Perbandingan Model

Berdasarkan uji coba perbandingan model, dimana yang digunakan sebagai uji coba adalah *average-based FTS markov-chain*, *fuzzy time series* standar, dan *moving average* enam harian. Dengan data pelatihan yang digunakan adalah 60% dari jumlah keseluruhan data. Dan uji coba perbandingan model dilakukan kepada 40% dari jumlah keseluruhan data. Menghasilkan nilai MAPE, MSE & MAD secara berturut-turut masing-masing sebesar 1,56%, 43213, 165.9 dengan menggunakan metode *fuzzy time series* standar dan 0.33%, 3232, 38 dengan menggunakan *average-based FTS markov-*

*chain* dan 0.57%, 9038.2, 66.1 menggunakan *moving average* enam harian. Berdasarkan hasil uji coba tersebut, model *average-based FTS markov-chain* memiliki performa yang lebih baik dalam meramalkan kurs nilai tukar USD-IDR dengan nilai MAPE, MSE dan MAD yang lebih kecil yaitu sebesar 0.33%, 3232, & 38 dibandingkan dengan nilai MAPE, MSE & MAD metode lain yaitu *fuzzy time series* standar dan *moving average*. Selain itu, nilai bias dan *tracking signal (TS)* dari *average-based FTS markov-chain* juga lebih kecil dibandingkan dengan *fuzzy time series* standar dan *moving average*. Gambar 5.12 adalah gambar grafik peramalan perbandingan model.



**Gambar 5. 12 Hasil Uji Coba Perbandingan Model**

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan permasalahan penelitian Tugas Akhir dan saran perbaikan yang dapat dikembangkan di masa mendatang

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan proses dan tahapan yang telah dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan-kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan, yaitu:

1. Berdasarkan analisis uji coba terhadap penentuan komposisi data dan interval data didapatkan komposisi data paling optimal yaitu 60% data pelatihan dan 40% data pengujian, dan panjang interval optimal adalah 10 yang selanjutnya digunakan sebagai model peramalan *kurs* nilai tukar USD-IDR dengan metode *average-based fuzzy time series markov chain*.
2. Model *average-based fuzzy time series markov chain* memiliki peforma peramalan yang sangat baik dalam meramalkan kurs nilai tukar USD-IDR. Hal ini ditunjukkan dengan uji coba perbandingan nilai peramalan yang menggunakan 1230 data harian dari bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2014 yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.33%. (Kurang dari 10% [14])
3. Kinerja model peramalan *average-based fuzzy time series markov chain* yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai MAPE validasi sebesar 0.37%, dan MSE validasi sebesar 3287.5 serta MAD validasi sebesar 47.9.
4. Model peramalan *average-based fuzzy time series markov chain* ini bersifat *robust*, mampu menghasilkan

peramalan yang akurat meskipun adanya data yang lebih baru. Hal ini ditunjukkan dari analisis uji coba data baru yaitu dengan menggunakan data validasi bulan Maret 2015 yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.39%, nilai MSE sebesar 4474.6 dan nilai MAD sebesar 51.4.

5. Dibandingkan dengan metode peramalan lain yaitu *Fuzzy Time Series* dan *moving average*, model peramalan *average-based fuzzy time series markov chain* mampu menghasilkan peramalan yang lebih baik dalam meramalkan kurs nilai tukar USD-IDR. Hal ini ditunjukkan dari analisis uji coba perbandingan model dimana *average-based fuzzy time series markov chain* menghasilkan nilai MAPE, MSE, MAD, bias & *tracking signal (TS)* yang lebih kecil dibandingkan dengan *Fuzzy Time Series* dan *moving average*.

## 6.2. Saran

Beberapa hal yang diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian berikutnya, yaitu memperhatikan *FLR n* data sebelum  $(1 - n)$  sebagai pertimbangan hasil peramalan atau biasa disebut *n-order fuzzy relations*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. Sheffrin, *Economics: Principles in action*, Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Prentice Hall, 2003.
- [2] M. Auboin and M. Ruta, "THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCHANGE RATES AND INTERNATIONAL TRADE: A REVIEW OF ECONOMIC LITERATURE," World Trade Organization, Geneva, 2011.
- [3] MSN, "Rupiah Masih Nyaman di 13.000 per dollar AS," 2015. [Online]. Available: <http://u.msn.com/id-id/ekonomi/other/rupiah-masih-nyaman-di-13000-per-dollar-as/ar-AA9xLpY#page=2>.
- [4] Q. Song and B. S. Chissom, "Forecasting Enrollment With Fuzzy Time Series - Part 1," *Fuzzy Sets and Systems*, 1992.
- [5] R.-C. Tsaur, "A Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With An Application To Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan And US Dollar," *ICIC International*, 2011.
- [6] S. Xihao and L. Yimin, "Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound index," *World Journal of Modelling and Simulation Vol. 4*, pp. 104-111, 2008.

- [7] K. Rachmawansah, "Average Based Fuzzy time Series untuk Peramalan Kurs Valuta Asing (Studi Kasus Pada Nilai Tukar USD-IDR dan EUR-USD)," Universitas Brawijaya, Malang, 2014.
- [8] J. Noh, W. and E. Yudaningtyas, "Model Average Based FTS Markov Chain untuk Peramalan Penggunaan Bandwidth Jaringan Komputer," *Jurnal EECCIS*, vol. 9, no. 1, pp. 31-36, 2015.
- [9] S. Kusumadewi and H. Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan," Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [10] S.-M. Chen, "Forecasting enrollments based on fuzzy time series," *Fuzzy Sets and Systems*, p. 311–319, 1996.
- [11] M. S. Haris, "IMPLEMENTASI METODE FUZZY TIME SERIES DENGAN PENENTUAN INTERVAL BERBASIS RATA-RATA UNTUK PERAMALAN DATA PENJUALAN BULANAN," Universitas Brawijaya, Malang, 2010.
- [12] S. M. Ross, "Introduction to Probability Models," New York, USA, Academic Press, 2003.
- [13] J. V. Mynsbrugge, "Bidding Strategies Using Price Based Unit Commitment in a Deregulated Power Market," K.U.Leuven, 2010.
- [14] C. D. Lewis, "Industrial and business forecasting methods: A practical guide to exponential smoothing and curve fitting," Butterworth Scientific, London , 2013.
- [15] J. T. A., B. C. S. M. A. and Ardil, "Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting based on



- Frequency Density Based Partitioning.," *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 23, pp. 333-338, 2007.
- [16] L. Abdullah, "Performance of Exchange Rate Forecast Using Distance-Based Fuzzy Time Series," *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, pp. 452-459, 2013.
- [17] S. Santoso, "Statistik Multivariat," Jakarta, PT. Elex Media Komputindo, 2010, p. 28.
- [18] ardra, "Indikator Forex Simple Moving Average, SMA.," ardra.biz, [Online]. Available: <http://ardra.biz/ekonomi/analisis-teknikal/moving-average-ma/>. [Accessed 27 Juni 2015].
- [19] R. J. Hyndman, "Moving Averages," 2009.
- [20] M. I. Hasan, "Statistik Deskriptif," Jakarta, Bumi Aksara, 1999.
- [21] J. Supranto, Teknik Sampling untuk Survei dan Eksperimen, Jakarta: Rineka Cipta, 2000.

## LAMPIRAN A

**Tabel A. 1 Data Pengujian**

| <b>Tanggal</b> | <b>Kurs Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> |
|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| 27-Dec-12      | 9733                                    | 5-Feb-13       | 9745                                    | 13-Mar-13      | 9746                                    |
| 28-Dec-12      | 9718                                    | 6-Feb-13       | 9734                                    | 14-Mar-13      | 9752                                    |
| 2-Jan-13       | 9733                                    | 7-Feb-13       | 9774                                    | 15-Mar-13      | 9749                                    |
| 3-Jan-13       | 9718                                    | 8-Feb-13       | 9733                                    | 18-Mar-13      | 9767                                    |
| 4-Jan-13       | 9723                                    | 11-Feb-13      | 9706                                    | 19-Mar-13      | 9754                                    |
| 7-Jan-13       | 9787                                    | 12-Feb-13      | 9682                                    | 20-Mar-13      | 9772                                    |
| 8-Jan-13       | 9789                                    | 13-Feb-13      | 9692                                    | 21-Mar-13      | 9775                                    |
| 9-Jan-13       | 9789                                    | 14-Feb-13      | 9713                                    | 22-Mar-13      | 9792                                    |
| 10-Jan-13      | 9764                                    | 15-Feb-13      | 9732                                    | 25-Mar-13      | 9777                                    |
| 11-Jan-13      | 9708                                    | 18-Feb-13      | 9728                                    | 26-Mar-13      | 9794                                    |
| 14-Jan-13      | 9718                                    | 19-Feb-13      | 9762                                    | 27-Mar-13      | 9774                                    |
| 15-Jan-13      | 9789                                    | 20-Feb-13      | 9753                                    | 28-Mar-13      | 9768                                    |
| 16-Jan-13      | 9738                                    | 21-Feb-13      | 9752                                    | 1-Apr-13       | 9784                                    |
| 17-Jan-13      | 9738                                    | 22-Feb-13      | 9762                                    | 2-Apr-13       | 9786                                    |
| 18-Jan-13      | 9733                                    | 25-Feb-13      | 9762                                    | 3-Apr-13       | 9792                                    |
| 21-Jan-13      | 9728                                    | 26-Feb-13      | 9754                                    | 4-Apr-13       | 9798                                    |
| 22-Jan-13      | 9688                                    | 27-Feb-13      | 9732                                    | 5-Apr-13       | 9802                                    |
| 23-Jan-13      | 9683                                    | 28-Feb-13      | 9715                                    | 8-Apr-13       | 9805                                    |
| 25-Jan-13      | 9691                                    | 1-Mar-13       | 9726                                    | 9-Apr-13       | 9792                                    |
| 28-Jan-13      | 9718                                    | 4-Mar-13       | 9753                                    | 10-Apr-13      | 9740                                    |
| 29-Jan-13      | 9728                                    | 5-Mar-13       | 9754                                    | 11-Apr-13      | 9736                                    |
| 30-Jan-13      | 9738                                    | 6-Mar-13       | 9734                                    | 12-Apr-13      | 9759                                    |
| 31-Jan-13      | 9746                                    | 7-Mar-13       | 9745                                    | 15-Apr-13      | 9759                                    |
| 1-Feb-13       | 9749                                    | 8-Mar-13       | 9736                                    | 16-Apr-13      | 9772                                    |
| 4-Feb-13       | 9721                                    | 11-Mar-13      | 9736                                    | 17-Apr-13      | 9759                                    |

| <b>Tanggal</b> | <b>Kurs Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> |
|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| 18-Apr-13      | 9772                                    | 24-May-13      | 9821                                    | 1-Jul-13       | 9984                                    |
| 19-Apr-13      | 9758                                    | 27-May-13      | 9841                                    | 2-Jul-13       | 9990                                    |
| 22-Apr-13      | 9762                                    | 28-May-13      | 9859                                    | 3-Jul-13       | 9991                                    |
| 23-Apr-13      | 9777                                    | 29-May-13      | 9859                                    | 4-Jul-13       | 9995                                    |
| 24-Apr-13      | 9776                                    | 30-May-13      | 9860                                    | 5-Jul-13       | 9995                                    |
| 25-Apr-13      | 9765                                    | 31-May-13      | 9851                                    | 8-Jul-13       | 10010                                   |
| 26-Apr-13      | 9770                                    | 3-Jun-13       | 9860                                    | 9-Jul-13       | 10010                                   |
| 29-Apr-13      | 9770                                    | 4-Jun-13       | 9854                                    | 10-Jul-13      | 10020                                   |
| 30-Apr-13      | 9771                                    | 5-Jun-13       | 9856                                    | 11-Jul-13      | 10029                                   |
| 1-May-13       | 9779                                    | 7-Jun-13       | 9839                                    | 12-Jul-13      | 10030                                   |
| 2-May-13       | 9777                                    | 10-Jun-13      | 9855                                    | 15-Jul-13      | 10074                                   |
| 3-May-13       | 9789                                    | 11-Jun-13      | 9870                                    | 16-Jul-13      | 10086                                   |
| 6-May-13       | 9781                                    | 12-Jun-13      | 9905                                    | 17-Jul-13      | 10090                                   |
| 7-May-13       | 9790                                    | 13-Jun-13      | 9936                                    | 18-Jul-13      | 10109                                   |
| 8-May-13       | 9783                                    | 14-Jun-13      | 9935                                    | 19-Jul-13      | 10120                                   |
| 10-May-13      | 9787                                    | 17-Jun-13      | 9930                                    | 22-Jul-13      | 10118                                   |
| 13-May-13      | 9789                                    | 18-Jun-13      | 9968                                    | 23-Jul-13      | 10273                                   |
| 14-May-13      | 9784                                    | 19-Jun-13      | 9960                                    | 24-Jul-13      | 10313                                   |
| 15-May-13      | 9797                                    | 20-Jun-13      | 9977                                    | 25-Jul-13      | 10314                                   |
| 16-May-13      | 9799                                    | 21-Jun-13      | 10010                                   | 26-Jul-13      | 10316                                   |
| 17-May-13      | 9812                                    | 24-Jun-13      | 9981                                    | 29-Jul-13      | 10321                                   |
| 20-May-13      | 9809                                    | 25-Jun-13      | 9998                                    | 30-Jul-13      | 10328                                   |
| 21-May-13      | 9814                                    | 26-Jun-13      | 9989                                    | 31-Jul-13      | 10329                                   |
| 22-May-13      | 9814                                    | 27-Jun-13      | 9987                                    | 1-Aug-13       | 10339                                   |
| 23-May-13      | 9823                                    | 28-Jun-13      | 9979                                    | 2-Aug-13       | 10339                                   |

| <b>Tanggal</b> | <b>Kurs Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> |
|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| 6-Aug-13       | 10339                                   | 13-Sep-13      | 11452                                       | 22-Oct-13      | 11398                                       |
| 12-Aug-13      | 10338                                   | 16-Sep-13      | 11480                                       | 23-Oct-13      | 11314                                       |
| 13-Aug-13      | 10343                                   | 17-Sep-13      | 11508                                       | 24-Oct-13      | 11324                                       |
| 14-Aug-13      | 10348                                   | 18-Sep-13      | 11549                                       | 25-Oct-13      | 11198                                       |
| 15-Aug-13      | 10370                                   | 19-Sep-13      | 11334                                       | 28-Oct-13      | 11073                                       |
| 16-Aug-13      | 10444                                   | 20-Sep-13      | 11409                                       | 29-Oct-13      | 11131                                       |
| 19-Aug-13      | 10503                                   | 23-Sep-13      | 11492                                       | 30-Oct-13      | 11217                                       |
| 20-Aug-13      | 10557                                   | 24-Sep-13      | 11593                                       | 31-Oct-13      | 11290                                       |
| 21-Aug-13      | 10777                                   | 25-Sep-13      | 11627                                       | 1-Nov-13       | 11411                                       |
| 22-Aug-13      | 10849                                   | 26-Sep-13      | 11631                                       | 4-Nov-13       | 11446                                       |
| 23-Aug-13      | 10902                                   | 27-Sep-13      | 11590                                       | 6-Nov-13       | 11471                                       |
| 26-Aug-13      | 10895                                   | 30-Sep-13      | 11671                                       | 7-Nov-13       | 11446                                       |
| 27-Aug-13      | 10937                                   | 1-Oct-13       | 11651                                       | 8-Nov-13       | 11461                                       |
| 28-Aug-13      | 11005                                   | 2-Oct-13       | 11626                                       | 11-Nov-13      | 11543                                       |
| 29-Aug-13      | 10991                                   | 3-Oct-13       | 11593                                       | 12-Nov-13      | 11636                                       |
| 30-Aug-13      | 10979                                   | 4-Oct-13       | 11614                                       | 13-Nov-13      | 11702                                       |
| 2-Sep-13       | 10977                                   | 7-Oct-13       | 11590                                       | 14-Nov-13      | 11604                                       |
| 3-Sep-13       | 11038                                   | 8-Oct-13       | 11596                                       | 15-Nov-13      | 11619                                       |
| 4-Sep-13       | 11148                                   | 9-Oct-13       | 11598                                       | 18-Nov-13      | 11685                                       |
| 5-Sep-13       | 11181                                   | 10-Oct-13      | 11600                                       | 19-Nov-13      | 11667                                       |
| 6-Sep-13       | 11256                                   | 11-Oct-13      | 11532                                       | 20-Nov-13      | 11689                                       |
| 9-Sep-13       | 11244                                   | 16-Oct-13      | 11373                                       | 21-Nov-13      | 11776                                       |
| 10-Sep-13      | 11236                                   | 17-Oct-13      | 11408                                       | 22-Nov-13      | 11765                                       |
| 11-Sep-13      | 11495                                   | 18-Oct-13      | 11365                                       | 25-Nov-13      | 11781                                       |
| 12-Sep-13      | 11551                                   | 21-Oct-13      | 11410                                       | 26-Nov-13      | 11824                                       |

| <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> |
|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| 27-Nov-13      | 11872                                       | 6-Jan-14       | 12291                                       | 12-Feb-14      | 12176                                       |
| 28-Nov-13      | 11990                                       | 7-Jan-14       | 12323                                       | 13-Feb-14      | 12133                                       |
| 29-Nov-13      | 12037                                       | 8-Jan-14       | 12290                                       | 14-Feb-14      | 11945                                       |
| 2-Dec-13       | 12006                                       | 9-Jan-14       | 12324                                       | 17-Feb-14      | 11775                                       |
| 3-Dec-13       | 11889                                       | 10-Jan-14      | 12258                                       | 18-Feb-14      | 11885                                       |
| 4-Dec-13       | 12020                                       | 13-Jan-14      | 12107                                       | 19-Feb-14      | 11909                                       |
| 5-Dec-13       | 12078                                       | 15-Jan-14      | 12137                                       | 20-Feb-14      | 11831                                       |
| 6-Dec-13       | 12020                                       | 16-Jan-14      | 12178                                       | 21-Feb-14      | 11851                                       |
| 9-Dec-13       | 12016                                       | 17-Jan-14      | 12188                                       | 24-Feb-14      | 11787                                       |
| 10-Dec-13      | 12045                                       | 20-Jan-14      | 12171                                       | 25-Feb-14      | 11678                                       |
| 11-Dec-13      | 12065                                       | 21-Jan-14      | 12183                                       | 26-Feb-14      | 11727                                       |
| 12-Dec-13      | 12085                                       | 22-Jan-14      | 12210                                       | 27-Feb-14      | 11733                                       |
| 13-Dec-13      | 12141                                       | 23-Jan-14      | 12234                                       | 28-Feb-14      | 11692                                       |
| 16-Dec-13      | 12166                                       | 24-Jan-14      | 12238                                       | 3-Mar-14       | 11654                                       |
| 17-Dec-13      | 12165                                       | 27-Jan-14      | 12259                                       | 4-Mar-14       | 11705                                       |
| 18-Dec-13      | 12212                                       | 28-Jan-14      | 12328                                       | 5-Mar-14       | 11638                                       |
| 19-Dec-13      | 12252                                       | 29-Jan-14      | 12215                                       | 6-Mar-14       | 11612                                       |
| 20-Dec-13      | 12306                                       | 30-Jan-14      | 12287                                       | 7-Mar-14       | 11452                                       |
| 23-Dec-13      | 12307                                       | 3-Feb-14       | 12312                                       | 10-Mar-14      | 11506                                       |
| 24-Dec-13      | 12276                                       | 4-Feb-14       | 12309                                       | 11-Mar-14      | 11441                                       |
| 27-Dec-13      | 12321                                       | 5-Feb-14       | 12233                                       | 12-Mar-14      | 11489                                       |
| 30-Dec-13      | 12331                                       | 6-Feb-14       | 12220                                       | 13-Mar-14      | 11444                                       |
| 31-Dec-13      | 12250                                       | 7-Feb-14       | 12237                                       | 14-Mar-14      | 11478                                       |
| 2-Jan-14       | 12303                                       | 10-Feb-14      | 12227                                       | 17-Mar-14      | 11328                                       |
| 3-Jan-14       | 12287                                       | 11-Feb-14      | 12235                                       | 18-Mar-14      | 11338                                       |

| <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> |
|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| 19-Mar-14      | 11370                                       | 28-Apr-14      | 11626                                       | 6-Jun-14       | 11882                                       |
| 20-Mar-14      | 11464                                       | 29-Apr-14      | 11647                                       | 9-Jun-14       | 11849                                       |
| 21-Mar-14      | 11488                                       | 30-Apr-14      | 11590                                       | 10-Jun-14      | 11865                                       |
| 24-Mar-14      | 11441                                       | 2-May-14       | 11595                                       | 11-Jun-14      | 11862                                       |
| 25-Mar-14      | 11414                                       | 5-May-14       | 11569                                       | 12-Jun-14      | 11872                                       |
| 26-Mar-14      | 11465                                       | 6-May-14       | 11569                                       | 13-Jun-14      | 11840                                       |
| 27-Mar-14      | 11495                                       | 7-May-14       | 11585                                       | 16-Jun-14      | 11873                                       |
| 28-Mar-14      | 11461                                       | 8-May-14       | 11682                                       | 17-Jun-14      | 11922                                       |
| 1-Apr-14       | 11327                                       | 9-May-14       | 11621                                       | 18-Jun-14      | 12038                                       |
| 2-Apr-14       | 11360                                       | 12-May-14      | 11594                                       | 19-Jun-14      | 11976                                       |
| 3-Apr-14       | 11367                                       | 13-May-14      | 11583                                       | 20-Jun-14      | 12027                                       |
| 4-Apr-14       | 11367                                       | 14-May-14      | 11544                                       | 23-Jun-14      | 12031                                       |
| 7-Apr-14       | 11338                                       | 16-May-14      | 11472                                       | 24-Jun-14      | 12060                                       |
| 8-Apr-14       | 11366                                       | 19-May-14      | 11408                                       | 25-Jun-14      | 12087                                       |
| 10-Apr-14      | 11399                                       | 20-May-14      | 11498                                       | 26-Jun-14      | 12151                                       |
| 11-Apr-14      | 11507                                       | 21-May-14      | 11565                                       | 27-Jun-14      | 12164                                       |
| 14-Apr-14      | 11501                                       | 22-May-14      | 11573                                       | 30-Jun-14      | 12029                                       |
| 15-Apr-14      | 11491                                       | 23-May-14      | 11618                                       | 1-Jul-14       | 11857                                       |
| 16-Apr-14      | 11495                                       | 26-May-14      | 11691                                       | 2-Jul-14       | 11913                                       |
| 17-Apr-14      | 11475                                       | 28-May-14      | 11671                                       | 3-Jul-14       | 12023                                       |
| 21-Apr-14      | 11487                                       | 30-May-14      | 11669                                       | 4-Jul-14       | 11946                                       |
| 22-Apr-14      | 11543                                       | 2-Jun-14       | 11799                                       | 7-Jul-14       | 11846                                       |
| 23-Apr-14      | 11648                                       | 3-Jun-14       | 11865                                       | 8-Jul-14       | 11753                                       |
| 24-Apr-14      | 11666                                       | 4-Jun-14       | 11869                                       | 10-Jul-14      | 11607                                       |
| 25-Apr-14      | 11659                                       | 5-Jun-14       | 11933                                       | 11-Jul-14      | 11685                                       |

| <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> |
|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| 14-Jul-14      | 11685                                       | 22-Aug-14      | 11712                                       | 26-Sep-14      | 12067                                       |
| 15-Jul-14      | 11768                                       | 25-Aug-14      | 11773                                       | 29-Sep-14      | 12181                                       |
| 16-Jul-14      | 11864                                       | 26-Aug-14      | 11774                                       | 30-Sep-14      | 12273                                       |
| 17-Jul-14      | 11726                                       | 27-Aug-14      | 11767                                       | 1-Oct-14       | 12249                                       |
| 18-Jul-14      | 11765                                       | 28-Aug-14      | 11740                                       | 2-Oct-14       | 12197                                       |
| 21-Jul-14      | 11635                                       | 29-Aug-14      | 11776                                       | 3-Oct-14       | 12205                                       |
| 22-Jul-14      | 11589                                       | 1-Sep-14       | 11769                                       | 6-Oct-14       | 12273                                       |
| 23-Jul-14      | 11555                                       | 2-Sep-14       | 11793                                       | 7-Oct-14       | 12251                                       |
| 24-Jul-14      | 11589                                       | 3-Sep-14       | 11840                                       | 8-Oct-14       | 12302                                       |
| 25-Jul-14      | 11649                                       | 4-Sep-14       | 11819                                       | 9-Oct-14       | 12251                                       |
| 1-Aug-14       | 11649                                       | 5-Sep-14       | 11829                                       | 10-Oct-14      | 12268                                       |
| 4-Aug-14       | 11806                                       | 8-Sep-14       | 11781                                       | 13-Oct-14      | 12263                                       |
| 5-Aug-14       | 11792                                       | 9-Sep-14       | 11813                                       | 14-Oct-14      | 12256                                       |
| 6-Aug-14       | 11815                                       | 10-Sep-14      | 11841                                       | 15-Oct-14      | 12290                                       |
| 7-Aug-14       | 11825                                       | 11-Sep-14      | 11890                                       | 16-Oct-14      | 12268                                       |
| 8-Aug-14       | 11881                                       | 12-Sep-14      | 11890                                       | 17-Oct-14      | 12283                                       |
| 11-Aug-14      | 11787                                       | 15-Sep-14      | 11934                                       | 20-Oct-14      | 12101                                       |
| 12-Aug-14      | 11735                                       | 16-Sep-14      | 11963                                       | 21-Oct-14      | 12053                                       |
| 13-Aug-14      | 11741                                       | 17-Sep-14      | 11968                                       | 22-Oct-14      | 12086                                       |
| 14-Aug-14      | 11725                                       | 18-Sep-14      | 12090                                       | 23-Oct-14      | 12094                                       |
| 15-Aug-14      | 11751                                       | 19-Sep-14      | 12045                                       | 24-Oct-14      | 12125                                       |
| 18-Aug-14      | 11739                                       | 22-Sep-14      | 12032                                       | 27-Oct-14      | 12102                                       |
| 19-Aug-14      | 11740                                       | 23-Sep-14      | 12047                                       | 28-Oct-14      | 12219                                       |
| 20-Aug-14      | 11766                                       | 24-Sep-14      | 12036                                       | 29-Oct-14      | 12224                                       |
| 21-Aug-14      | 11776                                       | 25-Sep-14      | 12007                                       | 30-Oct-14      | 12226                                       |

| <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Kurs<br/>Nilai<br/>Tukar<br/>USD-IDR</b> |
|----------------|---|----------------|---|----------------|---|
| 31-Oct-14      | 12142                                       | 20-Nov-14      | 12222                                       | 10-Dec-14      | 12398                                       |
| 3-Nov-14       | 12166                                       | 21-Nov-14      | 12222                                       | 11-Dec-14      | 12398                                       |
| 4-Nov-14       | 12191                                       | 24-Nov-14      | 12183                                       | 12-Dec-14      | 12494                                       |
| 5-Nov-14       | 12152                                       | 25-Nov-14      | 12227                                       | 15-Dec-14      | 12662                                       |
| 6-Nov-14       | 12240                                       | 26-Nov-14      | 12221                                       | 16-Dec-14      | 12965                                       |
| 7-Nov-14       | 12210                                       | 27-Nov-14      | 12240                                       | 17-Dec-14      | 12784                                       |
| 10-Nov-14      | 12199                                       | 28-Nov-14      | 12257                                       | 18-Dec-14      | 12628                                       |
| 11-Nov-14      | 12224                                       | 1-Dec-14       | 12325                                       | 19-Dec-14      | 12563                                       |
| 12-Nov-14      | 12266                                       | 2-Dec-14       | 12337                                       | 22-Dec-14      | 12497                                       |
| 13-Nov-14      | 12252                                       | 3-Dec-14       | 12356                                       | 23-Dec-14      | 12518                                       |
| 14-Nov-14      | 12267                                       | 4-Dec-14       | 12380                                       | 24-Dec-14      | 12529                                       |
| 17-Nov-14      | 12254                                       | 5-Dec-14       | 12357                                       | 29-Dec-14      | 12496                                       |
| 18-Nov-14      | 12207                                       | 8-Dec-14       | 12414                                       | 30-Dec-14      | 12498                                       |
| 19-Nov-14      | 12185                                       | 9-Dec-14       | 12409                                       | 31-Dec-14      | 12502                                       |



**Tabel A. 2 Hasil Fuzzifikasi Data**

| <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 27-Dec-12      | A124                    | 5-Feb-13       | A125                    | 13-Mar-13      | A125                    |
| 28-Dec-12      | A122                    | 6-Feb-13       | A124                    | 14-Mar-13      | A126                    |
| 2-Jan-13       | A124                    | 7-Feb-13       | A128                    | 15-Mar-13      | A125                    |
| 3-Jan-13       | A122                    | 8-Feb-13       | A124                    | 18-Mar-13      | A127                    |
| 4-Jan-13       | A123                    | 11-Feb-13      | A121                    | 19-Mar-13      | A126                    |
| 7-Jan-13       | A129                    | 12-Feb-13      | A119                    | 20-Mar-13      | A128                    |
| 8-Jan-13       | A129                    | 13-Feb-13      | A120                    | 21-Mar-13      | A128                    |
| 9-Jan-13       | A129                    | 14-Feb-13      | A122                    | 22-Mar-13      | A130                    |
| 10-Jan-13      | A127                    | 15-Feb-13      | A124                    | 25-Mar-13      | A128                    |
| 11-Jan-13      | A121                    | 18-Feb-13      | A123                    | 26-Mar-13      | A130                    |
| 14-Jan-13      | A122                    | 19-Feb-13      | A127                    | 27-Mar-13      | A128                    |
| 15-Jan-13      | A129                    | 20-Feb-13      | A126                    | 28-Mar-13      | A127                    |
| 16-Jan-13      | A124                    | 21-Feb-13      | A126                    | 1-Apr-13       | A129                    |
| 17-Jan-13      | A124                    | 22-Feb-13      | A127                    | 2-Apr-13       | A129                    |
| 18-Jan-13      | A124                    | 25-Feb-13      | A127                    | 3-Apr-13       | A130                    |
| 21-Jan-13      | A123                    | 26-Feb-13      | A126                    | 4-Apr-13       | A130                    |
| 22-Jan-13      | A119                    | 27-Feb-13      | A124                    | 5-Apr-13       | A131                    |
| 23-Jan-13      | A119                    | 28-Feb-13      | A122                    | 8-Apr-13       | A131                    |
| 25-Jan-13      | A120                    | 1-Mar-13       | A123                    | 9-Apr-13       | A130                    |
| 28-Jan-13      | A122                    | 4-Mar-13       | A126                    | 10-Apr-13      | A125                    |
| 29-Jan-13      | A123                    | 5-Mar-13       | A126                    | 11-Apr-13      | A124                    |
| 30-Jan-13      | A124                    | 6-Mar-13       | A124                    | 12-Apr-13      | A126                    |
| 31-Jan-13      | A125                    | 7-Mar-13       | A125                    | 15-Apr-13      | A126                    |
| 1-Feb-13       | A125                    | 8-Mar-13       | A124                    | 16-Apr-13      | A128                    |
| 4-Feb-13       | A123                    | 11-Mar-13      | A124                    | 17-Apr-13      | A126                    |

| <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 18-Apr-13      | A128                    | 24-May-13      | A133                    | 1-Jul-13       | A149                    |
| 19-Apr-13      | A126                    | 27-May-13      | A135                    | 2-Jul-13       | A150                    |
| 22-Apr-13      | A127                    | 28-May-13      | A136                    | 3-Jul-13       | A150                    |
| 23-Apr-13      | A128                    | 29-May-13      | A136                    | 4-Jul-13       | A150                    |
| 24-Apr-13      | A128                    | 30-May-13      | A137                    | 5-Jul-13       | A150                    |
| 25-Apr-13      | A127                    | 31-May-13      | A136                    | 8-Jul-13       | A152                    |
| 26-Apr-13      | A128                    | 3-Jun-13       | A137                    | 9-Jul-13       | A152                    |
| 29-Apr-13      | A128                    | 4-Jun-13       | A136                    | 10-Jul-13      | A153                    |
| 30-Apr-13      | A128                    | 5-Jun-13       | A136                    | 11-Jul-13      | A153                    |
| 1-May-13       | A128                    | 7-Jun-13       | A134                    | 12-Jul-13      | A154                    |
| 2-May-13       | A128                    | 10-Jun-13      | A136                    | 15-Jul-13      | A158                    |
| 3-May-13       | A129                    | 11-Jun-13      | A138                    | 16-Jul-13      | A159                    |
| 6-May-13       | A129                    | 12-Jun-13      | A141                    | 17-Jul-13      | A160                    |
| 7-May-13       | A130                    | 13-Jun-13      | A144                    | 18-Jul-13      | A161                    |
| 8-May-13       | A129                    | 14-Jun-13      | A144                    | 19-Jul-13      | A163                    |
| 10-May-13      | A129                    | 17-Jun-13      | A144                    | 22-Jul-13      | A162                    |
| 13-May-13      | A129                    | 18-Jun-13      | A147                    | 23-Jul-13      | A178                    |
| 14-May-13      | A129                    | 19-Jun-13      | A147                    | 24-Jul-13      | A182                    |
| 15-May-13      | A130                    | 20-Jun-13      | A148                    | 25-Jul-13      | A182                    |
| 16-May-13      | A130                    | 21-Jun-13      | A152                    | 26-Jul-13      | A182                    |
| 17-May-13      | A132                    | 24-Jun-13      | A149                    | 29-Jul-13      | A183                    |
| 20-May-13      | A131                    | 25-Jun-13      | A150                    | 30-Jul-13      | A183                    |
| 21-May-13      | A132                    | 26-Jun-13      | A149                    | 31-Jul-13      | A183                    |
| 22-May-13      | A132                    | 27-Jun-13      | A149                    | 1-Aug-13       | A184                    |
| 23-May-13      | A133                    | 28-Jun-13      | A148                    | 2-Aug-13       | A184                    |

| <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 6-Aug-13       | A184                    | 13-Sep-13      | A296                    | 22-Oct-13      | A290                    |
| 12-Aug-13      | A184                    | 16-Sep-13      | A299                    | 23-Oct-13      | A282                    |
| 13-Aug-13      | A185                    | 17-Sep-13      | A301                    | 24-Oct-13      | A283                    |
| 14-Aug-13      | A185                    | 18-Sep-13      | A305                    | 25-Oct-13      | A270                    |
| 15-Aug-13      | A188                    | 19-Sep-13      | A284                    | 28-Oct-13      | A258                    |
| 16-Aug-13      | A195                    | 20-Sep-13      | A291                    | 29-Oct-13      | A264                    |
| 19-Aug-13      | A201                    | 23-Sep-13      | A300                    | 30-Oct-13      | A272                    |
| 20-Aug-13      | A206                    | 24-Sep-13      | A310                    | 31-Oct-13      | A280                    |
| 21-Aug-13      | A228                    | 25-Sep-13      | A313                    | 1-Nov-13       | A292                    |
| 22-Aug-13      | A235                    | 26-Sep-13      | A314                    | 4-Nov-13       | A295                    |
| 23-Aug-13      | A241                    | 27-Sep-13      | A310                    | 6-Nov-13       | A298                    |
| 26-Aug-13      | A240                    | 30-Sep-13      | A318                    | 7-Nov-13       | A295                    |
| 27-Aug-13      | A244                    | 1-Oct-13       | A316                    | 8-Nov-13       | A297                    |
| 28-Aug-13      | A251                    | 2-Oct-13       | A313                    | 11-Nov-13      | A305                    |
| 29-Aug-13      | A250                    | 3-Oct-13       | A310                    | 12-Nov-13      | A314                    |
| 30-Aug-13      | A248                    | 4-Oct-13       | A312                    | 13-Nov-13      | A321                    |
| 2-Sep-13       | A248                    | 7-Oct-13       | A310                    | 14-Nov-13      | A311                    |
| 3-Sep-13       | A254                    | 8-Oct-13       | A310                    | 15-Nov-13      | A312                    |
| 4-Sep-13       | A265                    | 9-Oct-13       | A310                    | 18-Nov-13      | A319                    |
| 5-Sep-13       | A269                    | 10-Oct-13      | A311                    | 19-Nov-13      | A317                    |
| 6-Sep-13       | A276                    | 11-Oct-13      | A304                    | 20-Nov-13      | A319                    |
| 9-Sep-13       | A275                    | 16-Oct-13      | A288                    | 21-Nov-13      | A328                    |
| 10-Sep-13      | A274                    | 17-Oct-13      | A291                    | 22-Nov-13      | A327                    |
| 11-Sep-13      | A300                    | 18-Oct-13      | A287                    | 25-Nov-13      | A329                    |
| 12-Sep-13      | A306                    | 21-Oct-13      | A292                    | 26-Nov-13      | A333                    |

| <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 27-Nov-13      | A338                    | 6-Jan-14       | A380                    | 12-Feb-14      | A368                    |
| 28-Nov-13      | A350                    | 7-Jan-14       | A383                    | 13-Feb-14      | A364                    |
| 29-Nov-13      | A354                    | 8-Jan-14       | A380                    | 14-Feb-14      | A345                    |
| 2-Dec-13       | A351                    | 9-Jan-14       | A383                    | 17-Feb-14      | A328                    |
| 3-Dec-13       | A339                    | 10-Jan-14      | A376                    | 18-Feb-14      | A339                    |
| 4-Dec-13       | A353                    | 13-Jan-14      | A361                    | 19-Feb-14      | A341                    |
| 5-Dec-13       | A358                    | 15-Jan-14      | A364                    | 20-Feb-14      | A334                    |
| 6-Dec-13       | A353                    | 16-Jan-14      | A368                    | 21-Feb-14      | A336                    |
| 9-Dec-13       | A352                    | 17-Jan-14      | A369                    | 24-Feb-14      | A329                    |
| 10-Dec-13      | A355                    | 20-Jan-14      | A368                    | 25-Feb-14      | A318                    |
| 11-Dec-13      | A357                    | 21-Jan-14      | A369                    | 26-Feb-14      | A323                    |
| 12-Dec-13      | A359                    | 22-Jan-14      | A372                    | 27-Feb-14      | A324                    |
| 13-Dec-13      | A365                    | 23-Jan-14      | A374                    | 28-Feb-14      | A320                    |
| 16-Dec-13      | A367                    | 24-Jan-14      | A374                    | 3-Mar-14       | A316                    |
| 17-Dec-13      | A367                    | 27-Jan-14      | A376                    | 4-Mar-14       | A321                    |
| 18-Dec-13      | A372                    | 28-Jan-14      | A383                    | 5-Mar-14       | A314                    |
| 19-Dec-13      | A376                    | 29-Jan-14      | A372                    | 6-Mar-14       | A312                    |
| 20-Dec-13      | A381                    | 30-Jan-14      | A379                    | 7-Mar-14       | A296                    |
| 23-Dec-13      | A381                    | 3-Feb-14       | A382                    | 10-Mar-14      | A301                    |
| 24-Dec-13      | A378                    | 4-Feb-14       | A381                    | 11-Mar-14      | A295                    |
| 27-Dec-13      | A383                    | 5-Feb-14       | A374                    | 12-Mar-14      | A299                    |
| 30-Dec-13      | A384                    | 6-Feb-14       | A373                    | 13-Mar-14      | A295                    |
| 31-Dec-13      | A376                    | 7-Feb-14       | A374                    | 14-Mar-14      | A298                    |
| 2-Jan-14       | A381                    | 10-Feb-14      | A373                    | 17-Mar-14      | A283                    |
| 3-Jan-14       | A379                    | 11-Feb-14      | A374                    | 18-Mar-14      | A284                    |

| <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 19-Mar-14      | A288                    | 28-Apr-14      | A313                    | 6-Jun-14       | A339                    |
| 20-Mar-14      | A297                    | 29-Apr-14      | A315                    | 9-Jun-14       | A335                    |
| 21-Mar-14      | A299                    | 30-Apr-14      | A310                    | 10-Jun-14      | A337                    |
| 24-Mar-14      | A295                    | 2-May-14       | A310                    | 11-Jun-14      | A337                    |
| 25-Mar-14      | A292                    | 5-May-14       | A307                    | 12-Jun-14      | A338                    |
| 26-Mar-14      | A297                    | 6-May-14       | A307                    | 13-Jun-14      | A335                    |
| 27-Mar-14      | A300                    | 7-May-14       | A309                    | 16-Jun-14      | A338                    |
| 28-Mar-14      | A297                    | 8-May-14       | A319                    | 17-Jun-14      | A343                    |
| 1-Apr-14       | A283                    | 9-May-14       | A313                    | 18-Jun-14      | A354                    |
| 2-Apr-14       | A287                    | 12-May-14      | A310                    | 19-Jun-14      | A348                    |
| 3-Apr-14       | A287                    | 13-May-14      | A309                    | 20-Jun-14      | A353                    |
| 4-Apr-14       | A287                    | 14-May-14      | A305                    | 23-Jun-14      | A354                    |
| 7-Apr-14       | A284                    | 16-May-14      | A298                    | 24-Jun-14      | A357                    |
| 8-Apr-14       | A287                    | 19-May-14      | A291                    | 25-Jun-14      | A359                    |
| 10-Apr-14      | A290                    | 20-May-14      | A300                    | 26-Jun-14      | A366                    |
| 11-Apr-14      | A301                    | 21-May-14      | A307                    | 27-Jun-14      | A367                    |
| 14-Apr-14      | A301                    | 22-May-14      | A308                    | 30-Jun-14      | A353                    |
| 15-Apr-14      | A300                    | 23-May-14      | A312                    | 1-Jul-14       | A336                    |
| 16-Apr-14      | A300                    | 26-May-14      | A320                    | 2-Jul-14       | A342                    |
| 17-Apr-14      | A298                    | 28-May-14      | A318                    | 3-Jul-14       | A353                    |
| 21-Apr-14      | A299                    | 30-May-14      | A317                    | 4-Jul-14       | A345                    |
| 22-Apr-14      | A305                    | 2-Jun-14       | A330                    | 7-Jul-14       | A335                    |
| 23-Apr-14      | A315                    | 3-Jun-14       | A337                    | 8-Jul-14       | A326                    |
| 24-Apr-14      | A317                    | 4-Jun-14       | A337                    | 10-Jul-14      | A311                    |
| 25-Apr-14      | A316                    | 5-Jun-14       | A344                    | 11-Jul-14      | A319                    |

| <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 14-Jul-14      | A319                    | 22-Aug-14      | A322                    | 26-Sep-14      | A357                    |
| 15-Jul-14      | A327                    | 25-Aug-14      | A328                    | 29-Sep-14      | A369                    |
| 16-Jul-14      | A337                    | 26-Aug-14      | A328                    | 30-Sep-14      | A378                    |
| 17-Jul-14      | A323                    | 27-Aug-14      | A327                    | 1-Oct-14       | A375                    |
| 18-Jul-14      | A327                    | 28-Aug-14      | A325                    | 2-Oct-14       | A370                    |
| 21-Jul-14      | A314                    | 29-Aug-14      | A328                    | 3-Oct-14       | A371                    |
| 22-Jul-14      | A309                    | 1-Sep-14       | A327                    | 6-Oct-14       | A378                    |
| 23-Jul-14      | A306                    | 2-Sep-14       | A330                    | 7-Oct-14       | A376                    |
| 24-Jul-14      | A309                    | 3-Sep-14       | A335                    | 8-Oct-14       | A381                    |
| 25-Jul-14      | A315                    | 4-Sep-14       | A332                    | 9-Oct-14       | A376                    |
| 1-Aug-14       | A315                    | 5-Sep-14       | A333                    | 10-Oct-14      | A377                    |
| 4-Aug-14       | A331                    | 8-Sep-14       | A329                    | 13-Oct-14      | A377                    |
| 5-Aug-14       | A330                    | 9-Sep-14       | A332                    | 14-Oct-14      | A376                    |
| 6-Aug-14       | A332                    | 10-Sep-14      | A335                    | 15-Oct-14      | A380                    |
| 7-Aug-14       | A333                    | 11-Sep-14      | A340                    | 16-Oct-14      | A377                    |
| 8-Aug-14       | A339                    | 12-Sep-14      | A340                    | 17-Oct-14      | A379                    |
| 11-Aug-14      | A329                    | 15-Sep-14      | A344                    | 20-Oct-14      | A361                    |
| 12-Aug-14      | A324                    | 16-Sep-14      | A347                    | 21-Oct-14      | A356                    |
| 13-Aug-14      | A325                    | 17-Sep-14      | A347                    | 22-Oct-14      | A359                    |
| 14-Aug-14      | A323                    | 18-Sep-14      | A360                    | 23-Oct-14      | A360                    |
| 15-Aug-14      | A326                    | 19-Sep-14      | A355                    | 24-Oct-14      | A363                    |
| 18-Aug-14      | A324                    | 22-Sep-14      | A354                    | 27-Oct-14      | A361                    |
| 19-Aug-14      | A325                    | 23-Sep-14      | A355                    | 28-Oct-14      | A372                    |
| 20-Aug-14      | A327                    | 24-Sep-14      | A354                    | 29-Oct-14      | A373                    |
| 21-Aug-14      | A328                    | 25-Sep-14      | A351                    | 30-Oct-14      | A373                    |

| <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Tanggal</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> |
|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| 31-Oct-14      | A365                    | 20-Nov-14      | A373                    | 10-Dec-14      | A390                    |
| 3-Nov-14       | A367                    | 21-Nov-14      | A373                    | 11-Dec-14      | A390                    |
| 4-Nov-14       | A370                    | 24-Nov-14      | A369                    | 12-Dec-14      | A400                    |
| 5-Nov-14       | A366                    | 25-Nov-14      | A373                    | 15-Dec-14      | A417                    |
| 6-Nov-14       | A375                    | 26-Nov-14      | A373                    | 16-Dec-14      | A447                    |
| 7-Nov-14       | A372                    | 27-Nov-14      | A375                    | 17-Dec-14      | A429                    |
| 10-Nov-14      | A370                    | 28-Nov-14      | A376                    | 18-Dec-14      | A413                    |
| 11-Nov-14      | A373                    | 1-Dec-14       | A383                    | 19-Dec-14      | A407                    |
| 12-Nov-14      | A377                    | 2-Dec-14       | A384                    | 22-Dec-14      | A400                    |
| 13-Nov-14      | A376                    | 3-Dec-14       | A386                    | 23-Dec-14      | A402                    |
| 14-Nov-14      | A377                    | 4-Dec-14       | A389                    | 24-Dec-14      | A403                    |
| 17-Nov-14      | A376                    | 5-Dec-14       | A386                    | 29-Dec-14      | A400                    |
| 18-Nov-14      | A371                    | 8-Dec-14       | A392                    | 30-Dec-14      | A400                    |
| 19-Nov-14      | A369                    | 9-Dec-14       | A391                    | 31-Dec-14      | A401                    |

**Tabel A. 3 Perbandingan Hasil Peramalan Pada Data Pengujian**

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 27-Dec-12      | 9733               | 9755                        | 9713.333333           | 9394       |
| 28-Dec-12      | 9718               | 9755                        | 9720                  | 9394       |
| 2-Jan-13       | 9733               | 9715                        | 9724.5                | 9394       |
| 3-Jan-13       | 9718               | 9755                        | 9730.5                | 9394       |
| 4-Jan-13       | 9723               | 9715                        | 9732.166667           | 9394       |
| 7-Jan-13       | 9787               | 9725                        | 9730.166667           | 9394       |
| 8-Jan-13       | 9789               | 9785                        | 9735.333333           | 9394       |
| 9-Jan-13       | 9789               | 9785                        | 9744.666667           | 9394       |
| 10-Jan-13      | 9764               | 9785                        | 9756.5                | 9394       |
| 11-Jan-13      | 9708               | 9765                        | 9761.666667           | 9394       |
| 14-Jan-13      | 9718               | 9715                        | 9760                  | 9394       |
| 15-Jan-13      | 9789               | 9715                        | 9759.166667           | 9394       |
| 16-Jan-13      | 9738               | 9785                        | 9759.5                | 9394       |
| 17-Jan-13      | 9738               | 9755                        | 9751                  | 9394       |
| 18-Jan-13      | 9733               | 9755                        | 9742.5                | 9394       |
| 21-Jan-13      | 9728               | 9755                        | 9737.333333           | 9394       |
| 22-Jan-13      | 9688               | 9725                        | 9740.666667           | 9394       |
| 23-Jan-13      | 9683               | 9684                        | 9735.666667           | 9394       |
| 25-Jan-13      | 9691               | 9684                        | 9718                  | 9394       |
| 28-Jan-13      | 9718               | 9695                        | 9710.166667           | 9394       |
| 29-Jan-13      | 9728               | 9715                        | 9706.833333           | 9394       |
| 30-Jan-13      | 9738               | 9725                        | 9706                  | 9394       |
| 31-Jan-13      | 9746               | 9755                        | 9707.666667           | 9394       |
| 1-Feb-13       | 9749               | 9745                        | 9717.333333           | 9394       |
| 4-Feb-13       | 9721               | 9745                        | 9728.333333           | 9394       |
| 5-Feb-13       | 9745               | 9725                        | 9733.333333           | 9394       |



| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 6-Feb-13       | 9734               | 9745                        | 9737.833333           | 9394       |
| 7-Feb-13       | 9774               | 9755                        | 9738.833333           | 9394       |
| 8-Feb-13       | 9733               | 9775                        | 9744.833333           | 9394       |
| 11-Feb-13      | 9706               | 9755                        | 9742.666667           | 9394       |
| 12-Feb-13      | 9682               | 9715                        | 9735.5                | 9394       |
| 13-Feb-13      | 9692               | 9684                        | 9729                  | 9394       |
| 14-Feb-13      | 9713               | 9695                        | 9720.166667           | 9394       |
| 15-Feb-13      | 9732               | 9715                        | 9716.666667           | 9394       |
| 18-Feb-13      | 9728               | 9755                        | 9709.666667           | 9394       |
| 19-Feb-13      | 9762               | 9725                        | 9708.833333           | 9394       |
| 20-Feb-13      | 9753               | 9765                        | 9718.166667           | 9394       |
| 21-Feb-13      | 9752               | 9755                        | 9730                  | 9394       |
| 22-Feb-13      | 9762               | 9755                        | 9740                  | 9394       |
| 25-Feb-13      | 9762               | 9765                        | 9748.166667           | 9394       |
| 26-Feb-13      | 9754               | 9765                        | 9753.166667           | 9394       |
| 27-Feb-13      | 9732               | 9755                        | 9757.5                | 9394       |
| 28-Feb-13      | 9715               | 9755                        | 9752.5                | 9394       |
| 1-Mar-13       | 9726               | 9715                        | 9746.166667           | 9394       |
| 4-Mar-13       | 9753               | 9725                        | 9741.833333           | 9394       |
| 5-Mar-13       | 9754               | 9755                        | 9740.333333           | 9394       |
| 6-Mar-13       | 9734               | 9755                        | 9739                  | 9394       |
| 7-Mar-13       | 9745               | 9755                        | 9735.666667           | 9394       |
| 8-Mar-13       | 9736               | 9745                        | 9737.833333           | 9394       |
| 11-Mar-13      | 9736               | 9755                        | 9741.333333           | 9394       |
| 13-Mar-13      | 9746               | 9755                        | 9743                  | 9394       |
| 14-Mar-13      | 9752               | 9745                        | 9741.833333           | 9394       |
| 15-Mar-13      | 9749               | 9755                        | 9741.5                | 9394       |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 18-Mar-13      | 9767               | 9745                        | 9744                  | 9394       |
| 19-Mar-13      | 9754               | 9765                        | 9747.666667           | 9394       |
| 20-Mar-13      | 9772               | 9755                        | 9750.666667           | 9394       |
| 21-Mar-13      | 9775               | 9775                        | 9756.666667           | 9394       |
| 22-Mar-13      | 9792               | 9775                        | 9761.5                | 9394       |
| 25-Mar-13      | 9777               | 9795                        | 9768.166667           | 9394       |
| 26-Mar-13      | 9794               | 9775                        | 9772.833333           | 9394       |
| 27-Mar-13      | 9774               | 9795                        | 9777.333333           | 9394       |
| 28-Mar-13      | 9768               | 9775                        | 9780.666667           | 9394       |
| 1-Apr-13       | 9784               | 9765                        | 9780                  | 9394       |
| 2-Apr-13       | 9786               | 9785                        | 9781.5                | 9394       |
| 3-Apr-13       | 9792               | 9785                        | 9780.5                | 9394       |
| 4-Apr-13       | 9798               | 9795                        | 9783                  | 9394       |
| 5-Apr-13       | 9802               | 9795                        | 9783.666667           | 9394       |
| 8-Apr-13       | 9805               | 9805                        | 9788.333333           | 9394       |
| 9-Apr-13       | 9792               | 9805                        | 9794.5                | 9394       |
| 10-Apr-13      | 9740               | 9795                        | 9795.833333           | 9394       |
| 11-Apr-13      | 9736               | 9745                        | 9788.166667           | 9394       |
| 12-Apr-13      | 9759               | 9755                        | 9778.833333           | 9394       |
| 15-Apr-13      | 9759               | 9755                        | 9772.333333           | 9394       |
| 16-Apr-13      | 9772               | 9755                        | 9765.166667           | 9394       |
| 17-Apr-13      | 9759               | 9775                        | 9759.666667           | 9394       |
| 18-Apr-13      | 9772               | 9755                        | 9754.166667           | 9394       |
| 19-Apr-13      | 9758               | 9775                        | 9759.5                | 9394       |
| 22-Apr-13      | 9762               | 9755                        | 9763.166667           | 9394       |
| 23-Apr-13      | 9777               | 9765                        | 9763.666667           | 9394       |
| 24-Apr-13      | 9776               | 9775                        | 9766.666667           | 9394       |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 25-Apr-13      | 9765               | 9775                        | 9767.333333           | 9394       |
| 26-Apr-13      | 9770               | 9765                        | 9768.333333           | 9394       |
| 29-Apr-13      | 9770               | 9775                        | 9768                  | 9394       |
| 30-Apr-13      | 9771               | 9775                        | 9770                  | 9394       |
| 1-May-13       | 9779               | 9775                        | 9771.5                | 9394       |
| 2-May-13       | 9777               | 9775                        | 9771.833333           | 9394       |
| 3-May-13       | 9789               | 9775                        | 9772                  | 9394       |
| 6-May-13       | 9781               | 9785                        | 9776                  | 9394       |
| 7-May-13       | 9790               | 9785                        | 9777.833333           | 9394       |
| 8-May-13       | 9783               | 9795                        | 9781.166667           | 9394       |
| 10-May-13      | 9787               | 9785                        | 9783.166667           | 9394       |
| 13-May-13      | 9789               | 9785                        | 9784.5                | 9394       |
| 14-May-13      | 9784               | 9785                        | 9786.5                | 9394       |
| 15-May-13      | 9797               | 9785                        | 9785.666667           | 9394       |
| 16-May-13      | 9799               | 9795                        | 9788.333333           | 9394       |
| 17-May-13      | 9812               | 9795                        | 9789.833333           | 9394       |
| 20-May-13      | 9809               | 9815                        | 9794.666667           | 9394       |
| 21-May-13      | 9814               | 9805                        | 9798.333333           | 9394       |
| 22-May-13      | 9814               | 9815                        | 9802.5                | 9394       |
| 23-May-13      | 9823               | 9815                        | 9807.5                | 9394       |
| 24-May-13      | 9821               | 9825                        | 9811.833333           | 9394       |
| 27-May-13      | 9841               | 9825                        | 9815.5                | 9394       |
| 28-May-13      | 9859               | 9845                        | 9820.333333           | 10065      |
| 29-May-13      | 9859               | 9855                        | 9828.666667           | 10065      |
| 30-May-13      | 9860               | 9855                        | 9836.166667           | 10065      |
| 31-May-13      | 9851               | 9865                        | 9843.833333           | 10065      |
| 3-Jun-13       | 9860               | 9855                        | 9848.5                | 10065      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 4-Jun-13       | 9854               | 9865                        | 9855                  | 10065      |
| 5-Jun-13       | 9856               | 9855                        | 9857.166667           | 10065      |
| 7-Jun-13       | 9839               | 9855                        | 9856.666667           | 10065      |
| 10-Jun-13      | 9855               | 9835                        | 9853.333333           | 9394       |
| 11-Jun-13      | 9870               | 9855                        | 9852.5                | 10065      |
| 12-Jun-13      | 9905               | 9875                        | 9855.666667           | 10065      |
| 13-Jun-13      | 9936               | 9905                        | 9863.166667           | 10065      |
| 14-Jun-13      | 9935               | 9935                        | 9876.833333           | 10065      |
| 17-Jun-13      | 9930               | 9935                        | 9890                  | 10065      |
| 18-Jun-13      | 9968               | 9935                        | 9905.166667           | 10065      |
| 19-Jun-13      | 9960               | 9965                        | 9924                  | 10065      |
| 20-Jun-13      | 9977               | 9965                        | 9939                  | 10065      |
| 21-Jun-13      | 10010              | 9975                        | 9951                  | 10065      |
| 24-Jun-13      | 9981               | 10015                       | 9963.333333           | 10065      |
| 25-Jun-13      | 9998               | 9985                        | 9971                  | 10065      |
| 26-Jun-13      | 9989               | 9995                        | 9982.333333           | 10065      |
| 27-Jun-13      | 9987               | 9985                        | 9985.833333           | 10065      |
| 28-Jun-13      | 9979               | 9985                        | 9990.333333           | 10065      |
| 1-Jul-13       | 9984               | 9975                        | 9990.666667           | 10065      |
| 2-Jul-13       | 9990               | 9985                        | 9986.333333           | 10065      |
| 3-Jul-13       | 9991               | 9995                        | 9987.833333           | 10065      |
| 4-Jul-13       | 9995               | 9995                        | 9986.666667           | 10065      |
| 5-Jul-13       | 9995               | 9995                        | 9987.666667           | 10065      |
| 8-Jul-13       | 10010              | 9995                        | 9989                  | 10065      |
| 9-Jul-13       | 10010              | 10015                       | 9994.166667           | 10065      |
| 10-Jul-13      | 10020              | 10015                       | 9998.5                | 10065      |
| 11-Jul-13      | 10029              | 10025                       | 10003.5               | 10065      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 12-Jul-13      | 10030              | 10025                       | 10009.83333           | 10065      |
| 15-Jul-13      | 10074              | 10035                       | 10015.66667           | 10065      |
| 16-Jul-13      | 10086              | 10075                       | 10028.83333           | 10065      |
| 17-Jul-13      | 10090              | 10085                       | 10041.5               | 10065      |
| 18-Jul-13      | 10109              | 10095                       | 10054.83333           | 10065      |
| 19-Jul-13      | 10120              | 10105                       | 10069.66667           | 10065      |
| 22-Jul-13      | 10118              | 10125                       | 10084.83333           | 10065      |
| 23-Jul-13      | 10273              | 10115                       | 10099.5               | 10065      |
| 24-Jul-13      | 10313              | 10275                       | 10132.66667           | 10065      |
| 25-Jul-13      | 10314              | 10315                       | 10170.5               | 10512      |
| 26-Jul-13      | 10316              | 10315                       | 10207.83333           | 10512      |
| 29-Jul-13      | 10321              | 10315                       | 10242.33333           | 10512      |
| 30-Jul-13      | 10328              | 10325                       | 10275.83333           | 10512      |
| 31-Jul-13      | 10329              | 10325                       | 10310.83333           | 10512      |
| 1-Aug-13       | 10339              | 10325                       | 10320.16667           | 10512      |
| 2-Aug-13       | 10339              | 10335                       | 10324.5               | 10512      |
| 6-Aug-13       | 10339              | 10335                       | 10328.66667           | 10512      |
| 12-Aug-13      | 10338              | 10335                       | 10332.5               | 10512      |
| 13-Aug-13      | 10343              | 10335                       | 10335.33333           | 10512      |
| 14-Aug-13      | 10348              | 10345                       | 10337.83333           | 10512      |
| 15-Aug-13      | 10370              | 10345                       | 10341                 | 10512      |
| 16-Aug-13      | 10444              | 10375                       | 10346.16667           | 10512      |
| 19-Aug-13      | 10503              | 10445                       | 10363.66667           | 10512      |
| 20-Aug-13      | 10557              | 10505                       | 10391                 | 10512      |
| 21-Aug-13      | 10777              | 10555                       | 10427.5               | 10512      |
| 22-Aug-13      | 10849              | 10775                       | 10499.83333           | 10959      |
| 23-Aug-13      | 10902              | 10845                       | 10583.33333           | 10959      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 26-Aug-13      | 10895              | 10905                       | 10672                 | 10959      |
| 27-Aug-13      | 10937              | 10895                       | 10747.16667           | 10959      |
| 28-Aug-13      | 11005              | 10935                       | 10819.5               | 10959      |
| 29-Aug-13      | 10991              | 11005                       | 10894.16667           | 10959      |
| 30-Aug-13      | 10979              | 10995                       | 10929.83333           | 10959      |
| 2-Sep-13       | 10977              | 10975                       | 10951.5               | 10959      |
| 3-Sep-13       | 11038              | 10975                       | 10964                 | 10959      |
| 4-Sep-13       | 11148              | 11035                       | 10987.83333           | 10959      |
| 5-Sep-13       | 11181              | 11145                       | 11023                 | 10959      |
| 6-Sep-13       | 11256              | 11185                       | 11052.33333           | 10959      |
| 9-Sep-13       | 11244              | 11255                       | 11096.5               | 11406      |
| 10-Sep-13      | 11236              | 11245                       | 11140.66667           | 11406      |
| 11-Sep-13      | 11495              | 11235                       | 11183.83333           | 11406      |
| 12-Sep-13      | 11551              | 11495                       | 11260                 | 11406      |
| 13-Sep-13      | 11452              | 11555                       | 11327.16667           | 11406      |
| 16-Sep-13      | 11480              | 11455                       | 11372.33333           | 11406      |
| 17-Sep-13      | 11508              | 11485                       | 11409.66667           | 11406      |
| 18-Sep-13      | 11549              | 11505                       | 11453.66667           | 11406      |
| 19-Sep-13      | 11334              | 11545                       | 11505.83333           | 11406      |
| 20-Sep-13      | 11409              | 11335                       | 11479                 | 11406      |
| 23-Sep-13      | 11492              | 11405                       | 11455.33333           | 11406      |
| 24-Sep-13      | 11593              | 11495                       | 11462                 | 11406      |
| 25-Sep-13      | 11627              | 11595                       | 11480.83333           | 11406      |
| 26-Sep-13      | 11631              | 11625                       | 11500.66667           | 11406      |
| 27-Sep-13      | 11590              | 11635                       | 11514.33333           | 11853      |
| 30-Sep-13      | 11671              | 11595                       | 11557                 | 11406      |
| 1-Oct-13       | 11651              | 11675                       | 11600.66667           | 11853      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 2-Oct-13       | 11626              | 11655                       | 11627.16667           | 11853      |
| 3-Oct-13       | 11593              | 11625                       | 11632.66667           | 11406      |
| 4-Oct-13       | 11614              | 11595                       | 11627                 | 11406      |
| 7-Oct-13       | 11590              | 11615                       | 11624.16667           | 11406      |
| 8-Oct-13       | 11596              | 11595                       | 11624.16667           | 11406      |
| 9-Oct-13       | 11598              | 11595                       | 11611.66667           | 11406      |
| 10-Oct-13      | 11600              | 11595                       | 11602.83333           | 11406      |
| 11-Oct-13      | 11532              | 11605                       | 11598.5               | 11406      |
| 16-Oct-13      | 11373              | 11535                       | 11588.33333           | 11406      |
| 17-Oct-13      | 11408              | 11375                       | 11548.16667           | 11406      |
| 18-Oct-13      | 11365              | 11405                       | 11517.83333           | 11406      |
| 21-Oct-13      | 11410              | 11365                       | 11479.33333           | 11406      |
| 22-Oct-13      | 11398              | 11415                       | 11448                 | 11406      |
| 23-Oct-13      | 11314              | 11395                       | 11414.33333           | 11406      |
| 24-Oct-13      | 11324              | 11315                       | 11378                 | 11406      |
| 25-Oct-13      | 11198              | 11325                       | 11369.83333           | 11406      |
| 28-Oct-13      | 11073              | 11195                       | 11334.83333           | 11406      |
| 29-Oct-13      | 11131              | 11075                       | 11286.16667           | 10959      |
| 30-Oct-13      | 11217              | 11135                       | 11239.66667           | 10959      |
| 31-Oct-13      | 11290              | 11215                       | 11209.5               | 11406      |
| 1-Nov-13       | 11411              | 11295                       | 11205.5               | 11406      |
| 4-Nov-13       | 11446              | 11415                       | 11220                 | 11406      |
| 6-Nov-13       | 11471              | 11445                       | 11261.33333           | 11406      |
| 7-Nov-13       | 11446              | 11475                       | 11327.66667           | 11406      |
| 8-Nov-13       | 11461              | 11445                       | 11380.16667           | 11406      |
| 11-Nov-13      | 11543              | 11465                       | 11420.83333           | 11406      |
| 12-Nov-13      | 11636              | 11545                       | 11463                 | 11406      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 13-Nov-13      | 11702              | 11635                       | 11500.5               | 11853      |
| 14-Nov-13      | 11604              | 11705                       | 11543.16667           | 11853      |
| 15-Nov-13      | 11619              | 11605                       | 11565.33333           | 11406      |
| 18-Nov-13      | 11685              | 11615                       | 11594.16667           | 11406      |
| 19-Nov-13      | 11667              | 11685                       | 11631.5               | 11853      |
| 20-Nov-13      | 11689              | 11665                       | 11652.16667           | 11853      |
| 21-Nov-13      | 11776              | 11685                       | 11661                 | 11853      |
| 22-Nov-13      | 11765              | 11775                       | 11673.33333           | 11853      |
| 25-Nov-13      | 11781              | 11765                       | 11700.16667           | 11853      |
| 26-Nov-13      | 11824              | 11785                       | 11727.16667           | 11853      |
| 27-Nov-13      | 11872              | 11825                       | 11750.33333           | 11853      |
| 28-Nov-13      | 11990              | 11875                       | 11784.5               | 11853      |
| 29-Nov-13      | 12037              | 11995                       | 11834.66667           | 11853      |
| 2-Dec-13       | 12006              | 12035                       | 11878.16667           | 11853      |
| 3-Dec-13       | 11889              | 12005                       | 11918.33333           | 11853      |
| 4-Dec-13       | 12020              | 11885                       | 11936.33333           | 11853      |
| 5-Dec-13       | 12078              | 12025                       | 11969                 | 11853      |
| 6-Dec-13       | 12020              | 12075                       | 12003.33333           | 12300      |
| 9-Dec-13       | 12016              | 12025                       | 12008.33333           | 11853      |
| 10-Dec-13      | 12045              | 12015                       | 12004.83333           | 11853      |
| 11-Dec-13      | 12065              | 12045                       | 12011.33333           | 11853      |
| 12-Dec-13      | 12085              | 12065                       | 12040.66667           | 11853      |
| 13-Dec-13      | 12141              | 12085                       | 12051.5               | 12300      |
| 16-Dec-13      | 12166              | 12145                       | 12062                 | 12300      |
| 17-Dec-13      | 12165              | 12165                       | 12086.33333           | 12300      |
| 18-Dec-13      | 12212              | 12165                       | 12111.16667           | 12300      |
| 19-Dec-13      | 12252              | 12215                       | 12139                 | 12300      |



| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 20-Dec-13      | 12306              | 12255                       | 12170.16667           | 12300      |
| 23-Dec-13      | 12307              | 12305                       | 12207                 | 12300      |
| 24-Dec-13      | 12276              | 12305                       | 12234.66667           | 12300      |
| 27-Dec-13      | 12321              | 12275                       | 12253                 | 12300      |
| 30-Dec-13      | 12331              | 12325                       | 12279                 | 12300      |
| 31-Dec-13      | 12250              | 12335                       | 12298.83333           | 12300      |
| 2-Jan-14       | 12303              | 12255                       | 12298.5               | 12300      |
| 3-Jan-14       | 12287              | 12305                       | 12298                 | 12300      |
| 6-Jan-14       | 12291              | 12285                       | 12294.66667           | 12300      |
| 7-Jan-14       | 12323              | 12295                       | 12297.16667           | 12300      |
| 8-Jan-14       | 12290              | 12325                       | 12297.5               | 12300      |
| 9-Jan-14       | 12324              | 12295                       | 12290.66667           | 12300      |
| 10-Jan-14      | 12258              | 12325                       | 12303                 | 12300      |
| 13-Jan-14      | 12107              | 12255                       | 12295.5               | 12300      |
| 15-Jan-14      | 12137              | 12105                       | 12265.5               | 12300      |
| 16-Jan-14      | 12178              | 12135                       | 12239.83333           | 12300      |
| 17-Jan-14      | 12188              | 12175                       | 12215.66667           | 12300      |
| 20-Jan-14      | 12171              | 12185                       | 12198.66667           | 12300      |
| 21-Jan-14      | 12183              | 12175                       | 12173.16667           | 12300      |
| 22-Jan-14      | 12210              | 12185                       | 12160.66667           | 12300      |
| 23-Jan-14      | 12234              | 12215                       | 12177.83333           | 12300      |
| 24-Jan-14      | 12238              | 12235                       | 12194                 | 12300      |
| 27-Jan-14      | 12259              | 12235                       | 12204                 | 12300      |
| 28-Jan-14      | 12328              | 12255                       | 12215.83333           | 12300      |
| 29-Jan-14      | 12215              | 12325                       | 12242                 | 12300      |
| 30-Jan-14      | 12287              | 12215                       | 12247.33333           | 12300      |
| 3-Feb-14       | 12312              | 12285                       | 12260.16667           | 12300      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 4-Feb-14       | 12309              | 12315                       | 12273.16667           | 12300      |
| 5-Feb-14       | 12233              | 12305                       | 12285                 | 12300      |
| 6-Feb-14       | 12220              | 12235                       | 12280.66667           | 12300      |
| 7-Feb-14       | 12237              | 12225                       | 12262.66667           | 12300      |
| 10-Feb-14      | 12227              | 12235                       | 12266.33333           | 12300      |
| 11-Feb-14      | 12235              | 12225                       | 12256.33333           | 12300      |
| 12-Feb-14      | 12176              | 12235                       | 12243.5               | 12300      |
| 13-Feb-14      | 12133              | 12175                       | 12221.33333           | 12300      |
| 14-Feb-14      | 11945              | 12135                       | 12204.66667           | 12300      |
| 17-Feb-14      | 11775              | 11945                       | 12158.83333           | 11853      |
| 18-Feb-14      | 11885              | 11775                       | 12081.83333           | 11853      |
| 19-Feb-14      | 11909              | 11885                       | 12024.83333           | 11853      |
| 20-Feb-14      | 11831              | 11905                       | 11970.5               | 11853      |
| 21-Feb-14      | 11851              | 11835                       | 11913                 | 11853      |
| 24-Feb-14      | 11787              | 11855                       | 11866                 | 11853      |
| 25-Feb-14      | 11678              | 11785                       | 11839.66667           | 11853      |
| 26-Feb-14      | 11727              | 11675                       | 11823.5               | 11853      |
| 27-Feb-14      | 11733              | 11725                       | 11797.16667           | 11853      |
| 28-Feb-14      | 11692              | 11735                       | 11767.83333           | 11853      |
| 3-Mar-14       | 11654              | 11695                       | 11744.66667           | 11853      |
| 4-Mar-14       | 11705              | 11655                       | 11711.83333           | 11853      |
| 5-Mar-14       | 11638              | 11705                       | 11698.16667           | 11853      |
| 6-Mar-14       | 11612              | 11635                       | 11691.5               | 11853      |
| 7-Mar-14       | 11452              | 11615                       | 11672.33333           | 11406      |
| 10-Mar-14      | 11506              | 11455                       | 11625.5               | 11406      |
| 11-Mar-14      | 11441              | 11505                       | 11594.5               | 11406      |
| 12-Mar-14      | 11489              | 11445                       | 11559                 | 11406      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 13-Mar-14      | 11444              | 11485                       | 11523                 | 11406      |
| 14-Mar-14      | 11478              | 11445                       | 11490.66667           | 11406      |
| 17-Mar-14      | 11328              | 11475                       | 11468.33333           | 11406      |
| 18-Mar-14      | 11338              | 11325                       | 11447.66667           | 11406      |
| 19-Mar-14      | 11370              | 11335                       | 11419.66667           | 11406      |
| 20-Mar-14      | 11464              | 11375                       | 11407.83333           | 11406      |
| 21-Mar-14      | 11488              | 11465                       | 11403.66667           | 11406      |
| 24-Mar-14      | 11441              | 11485                       | 11411                 | 11406      |
| 25-Mar-14      | 11414              | 11445                       | 11404.83333           | 11406      |
| 26-Mar-14      | 11465              | 11415                       | 11419.16667           | 11406      |
| 27-Mar-14      | 11495              | 11465                       | 11440.33333           | 11406      |
| 28-Mar-14      | 11461              | 11495                       | 11461.16667           | 11406      |
| 1-Apr-14       | 11327              | 11465                       | 11460.66667           | 11406      |
| 2-Apr-14       | 11360              | 11325                       | 11433.83333           | 11406      |
| 3-Apr-14       | 11367              | 11365                       | 11420.33333           | 11406      |
| 4-Apr-14       | 11367              | 11365                       | 11412.5               | 11406      |
| 7-Apr-14       | 11338              | 11365                       | 11396.16667           | 11406      |
| 8-Apr-14       | 11366              | 11335                       | 11370                 | 11406      |
| 10-Apr-14      | 11399              | 11365                       | 11354.16667           | 11406      |
| 11-Apr-14      | 11507              | 11395                       | 11366.16667           | 11406      |
| 14-Apr-14      | 11501              | 11505                       | 11390.66667           | 11406      |
| 15-Apr-14      | 11491              | 11505                       | 11413                 | 11406      |
| 16-Apr-14      | 11495              | 11495                       | 11433.66667           | 11406      |
| 17-Apr-14      | 11475              | 11495                       | 11459.83333           | 11406      |
| 21-Apr-14      | 11487              | 11475                       | 11478                 | 11406      |
| 22-Apr-14      | 11543              | 11485                       | 11492.66667           | 11406      |
| 23-Apr-14      | 11648              | 11545                       | 11498.66667           | 11406      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 24-Apr-14      | 11666              | 11645                       | 11523.16667           | 11853      |
| 25-Apr-14      | 11659              | 11665                       | 11552.33333           | 11853      |
| 28-Apr-14      | 11626              | 11655                       | 11579.66667           | 11853      |
| 29-Apr-14      | 11647              | 11625                       | 11604.83333           | 11406      |
| 30-Apr-14      | 11590              | 11645                       | 11631.5               | 11853      |
| 2-May-14       | 11595              | 11595                       | 11639.33333           | 11406      |
| 5-May-14       | 11569              | 11595                       | 11630.5               | 11406      |
| 6-May-14       | 11569              | 11565                       | 11614.33333           | 11406      |
| 7-May-14       | 11585              | 11565                       | 11599.33333           | 11406      |
| 8-May-14       | 11682              | 11585                       | 11592.5               | 11406      |
| 9-May-14       | 11621              | 11685                       | 11598.33333           | 11853      |
| 12-May-14      | 11594              | 11625                       | 11603.5               | 11406      |
| 13-May-14      | 11583              | 11595                       | 11603.33333           | 11406      |
| 14-May-14      | 11544              | 11585                       | 11605.66667           | 11406      |
| 16-May-14      | 11472              | 11545                       | 11601.5               | 11406      |
| 19-May-14      | 11408              | 11475                       | 11582.66667           | 11406      |
| 20-May-14      | 11498              | 11405                       | 11537                 | 11406      |
| 21-May-14      | 11565              | 11495                       | 11516.5               | 11406      |
| 22-May-14      | 11573              | 11565                       | 11511.66667           | 11406      |
| 23-May-14      | 11618              | 11575                       | 11510                 | 11406      |
| 26-May-14      | 11691              | 11615                       | 11522.33333           | 11406      |
| 28-May-14      | 11671              | 11695                       | 11558.83333           | 11853      |
| 30-May-14      | 11669              | 11675                       | 11602.66667           | 11853      |
| 2-Jun-14       | 11799              | 11665                       | 11631.16667           | 11853      |
| 3-Jun-14       | 11865              | 11795                       | 11670.16667           | 11853      |
| 4-Jun-14       | 11869              | 11865                       | 11718.83333           | 11853      |
| 5-Jun-14       | 11933              | 11865                       | 11760.66667           | 11853      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 6-Jun-14       | 11882              | 11935                       | 11801                 | 11853      |
| 9-Jun-14       | 11849              | 11885                       | 11836.16667           | 11853      |
| 10-Jun-14      | 11865              | 11845                       | 11866.16667           | 11853      |
| 11-Jun-14      | 11862              | 11865                       | 11877.16667           | 11853      |
| 12-Jun-14      | 11872              | 11865                       | 11876.66667           | 11853      |
| 13-Jun-14      | 11840              | 11875                       | 11877.16667           | 11853      |
| 16-Jun-14      | 11873              | 11845                       | 11861.66667           | 11853      |
| 17-Jun-14      | 11922              | 11875                       | 11860.16667           | 11853      |
| 18-Jun-14      | 12038              | 11925                       | 11872.33333           | 11853      |
| 19-Jun-14      | 11976              | 12035                       | 11901.16667           | 11853      |
| 20-Jun-14      | 12027              | 11975                       | 11920.16667           | 11853      |
| 23-Jun-14      | 12031              | 12025                       | 11946                 | 11853      |
| 24-Jun-14      | 12060              | 12035                       | 11977.83333           | 11853      |
| 25-Jun-14      | 12087              | 12065                       | 12009                 | 11853      |
| 26-Jun-14      | 12151              | 12085                       | 12036.5               | 12300      |
| 27-Jun-14      | 12164              | 12155                       | 12055.33333           | 12300      |
| 30-Jun-14      | 12029              | 12165                       | 12086.66667           | 12300      |
| 1-Jul-14       | 11857              | 12025                       | 12087                 | 11853      |
| 2-Jul-14       | 11913              | 11855                       | 12058                 | 11853      |
| 3-Jul-14       | 12023              | 11915                       | 12033.5               | 11853      |
| 4-Jul-14       | 11946              | 12025                       | 12022.83333           | 11853      |
| 7-Jul-14       | 11846              | 11945                       | 11988.66667           | 11853      |
| 8-Jul-14       | 11753              | 11845                       | 11935.66667           | 11853      |
| 10-Jul-14      | 11607              | 11755                       | 11889.66667           | 11853      |
| 11-Jul-14      | 11685              | 11605                       | 11848                 | 11406      |
| 14-Jul-14      | 11685              | 11685                       | 11810                 | 11853      |
| 15-Jul-14      | 11768              | 11685                       | 11753.66667           | 11853      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 16-Jul-14      | 11864              | 11765                       | 11724                 | 11853      |
| 17-Jul-14      | 11726              | 11865                       | 11727                 | 11853      |
| 18-Jul-14      | 11765              | 11725                       | 11722.5               | 11853      |
| 21-Jul-14      | 11635              | 11765                       | 11748.83333           | 11853      |
| 22-Jul-14      | 11589              | 11635                       | 11740.5               | 11853      |
| 23-Jul-14      | 11555              | 11585                       | 11724.5               | 11406      |
| 24-Jul-14      | 11589              | 11555                       | 11689                 | 11406      |
| 25-Jul-14      | 11649              | 11585                       | 11643.16667           | 11406      |
| 1-Aug-14       | 11649              | 11645                       | 11630.33333           | 11853      |
| 4-Aug-14       | 11806              | 11645                       | 11611                 | 11853      |
| 5-Aug-14       | 11792              | 11805                       | 11639.5               | 11853      |
| 6-Aug-14       | 11815              | 11795                       | 11673.33333           | 11853      |
| 7-Aug-14       | 11825              | 11815                       | 11716.66667           | 11853      |
| 8-Aug-14       | 11881              | 11825                       | 11756                 | 11853      |
| 11-Aug-14      | 11787              | 11885                       | 11794.66667           | 11853      |
| 12-Aug-14      | 11735              | 11785                       | 11817.66667           | 11853      |
| 13-Aug-14      | 11741              | 11735                       | 11805.83333           | 11853      |
| 14-Aug-14      | 11725              | 11745                       | 11797.33333           | 11853      |
| 15-Aug-14      | 11751              | 11725                       | 11782.33333           | 11853      |
| 18-Aug-14      | 11739              | 11755                       | 11770                 | 11853      |
| 19-Aug-14      | 11740              | 11735                       | 11746.33333           | 11853      |
| 20-Aug-14      | 11766              | 11745                       | 11738.5               | 11853      |
| 21-Aug-14      | 11776              | 11765                       | 11743.66667           | 11853      |
| 22-Aug-14      | 11712              | 11775                       | 11749.5               | 11853      |
| 25-Aug-14      | 11773              | 11715                       | 11747.33333           | 11853      |
| 26-Aug-14      | 11774              | 11775                       | 11751                 | 11853      |
| 27-Aug-14      | 11767              | 11775                       | 11756.83333           | 11853      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 28-Aug-14      | 11740              | 11765                       | 11761.33333           | 11853      |
| 29-Aug-14      | 11776              | 11745                       | 11757                 | 11853      |
| 1-Sep-14       | 11769              | 11775                       | 11757                 | 11853      |
| 2-Sep-14       | 11793              | 11765                       | 11766.5               | 11853      |
| 3-Sep-14       | 11840              | 11795                       | 11769.83333           | 11853      |
| 4-Sep-14       | 11819              | 11845                       | 11780.83333           | 11853      |
| 5-Sep-14       | 11829              | 11815                       | 11789.5               | 11853      |
| 8-Sep-14       | 11781              | 11825                       | 11804.33333           | 11853      |
| 9-Sep-14       | 11813              | 11785                       | 11805.16667           | 11853      |
| 10-Sep-14      | 11841              | 11815                       | 11812.5               | 11853      |
| 11-Sep-14      | 11890              | 11845                       | 11820.5               | 11853      |
| 12-Sep-14      | 11890              | 11895                       | 11828.83333           | 11853      |
| 15-Sep-14      | 11934              | 11895                       | 11840.66667           | 11853      |
| 16-Sep-14      | 11963              | 11935                       | 11858.16667           | 11853      |
| 17-Sep-14      | 11968              | 11965                       | 11888.5               | 11853      |
| 18-Sep-14      | 12090              | 11965                       | 11914.33333           | 11853      |
| 19-Sep-14      | 12045              | 12095                       | 11955.83333           | 12300      |
| 22-Sep-14      | 12032              | 12045                       | 11981.66667           | 11853      |
| 23-Sep-14      | 12047              | 12035                       | 12005.33333           | 11853      |
| 24-Sep-14      | 12036              | 12045                       | 12024.16667           | 11853      |
| 25-Sep-14      | 12007              | 12035                       | 12036.33333           | 11853      |
| 26-Sep-14      | 12067              | 12005                       | 12042.83333           | 11853      |
| 29-Sep-14      | 12181              | 12065                       | 12039                 | 11853      |
| 30-Sep-14      | 12273              | 12185                       | 12061.66667           | 12300      |
| 1-Oct-14       | 12249              | 12275                       | 12101.83333           | 12300      |
| 2-Oct-14       | 12197              | 12245                       | 12135.5               | 12300      |
| 3-Oct-14       | 12205              | 12195                       | 12162.33333           | 12300      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 6-Oct-14       | 12273              | 12205                       | 12195.33333           | 12300      |
| 7-Oct-14       | 12251              | 12275                       | 12229.66667           | 12300      |
| 8-Oct-14       | 12302              | 12255                       | 12241.33333           | 12300      |
| 9-Oct-14       | 12251              | 12305                       | 12246.16667           | 12300      |
| 10-Oct-14      | 12268              | 12255                       | 12246.5               | 12300      |
| 13-Oct-14      | 12263              | 12265                       | 12258.33333           | 12300      |
| 14-Oct-14      | 12256              | 12265                       | 12268                 | 12300      |
| 15-Oct-14      | 12290              | 12255                       | 12265.16667           | 12300      |
| 16-Oct-14      | 12268              | 12295                       | 12271.66667           | 12300      |
| 17-Oct-14      | 12283              | 12265                       | 12266                 | 12300      |
| 20-Oct-14      | 12101              | 12285                       | 12271.33333           | 12300      |
| 21-Oct-14      | 12053              | 12105                       | 12243.5               | 12300      |
| 22-Oct-14      | 12086              | 12055                       | 12208.5               | 11853      |
| 23-Oct-14      | 12094              | 12085                       | 12180.16667           | 12300      |
| 24-Oct-14      | 12125              | 12095                       | 12147.5               | 12300      |
| 27-Oct-14      | 12102              | 12125                       | 12123.66667           | 12300      |
| 28-Oct-14      | 12219              | 12105                       | 12093.5               | 12300      |
| 29-Oct-14      | 12224              | 12215                       | 12113.16667           | 12300      |
| 30-Oct-14      | 12226              | 12225                       | 12141.66667           | 12300      |
| 31-Oct-14      | 12142              | 12225                       | 12165                 | 12300      |
| 3-Nov-14       | 12166              | 12145                       | 12173                 | 12300      |
| 4-Nov-14       | 12191              | 12165                       | 12179.83333           | 12300      |
| 5-Nov-14       | 12152              | 12195                       | 12194.66667           | 12300      |
| 6-Nov-14       | 12240              | 12155                       | 12183.5               | 12300      |
| 7-Nov-14       | 12210              | 12245                       | 12186.16667           | 12300      |
| 10-Nov-14      | 12199              | 12215                       | 12183.5               | 12300      |
| 11-Nov-14      | 12224              | 12195                       | 12193                 | 12300      |



| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 12-Nov-14      | 12266              | 12225                       | 12202.66667           | 12300      |
| 13-Nov-14      | 12252              | 12265                       | 12215.16667           | 12300      |
| 14-Nov-14      | 12267              | 12255                       | 12231.83333           | 12300      |
| 17-Nov-14      | 12254              | 12265                       | 12236.33333           | 12300      |
| 18-Nov-14      | 12207              | 12255                       | 12243.66667           | 12300      |
| 19-Nov-14      | 12185              | 12205                       | 12245                 | 12300      |
| 20-Nov-14      | 12222              | 12185                       | 12238.5               | 12300      |
| 21-Nov-14      | 12222              | 12225                       | 12231.16667           | 12300      |
| 24-Nov-14      | 12183              | 12225                       | 12226.16667           | 12300      |
| 25-Nov-14      | 12227              | 12185                       | 12212.16667           | 12300      |
| 26-Nov-14      | 12221              | 12225                       | 12207.66667           | 12300      |
| 27-Nov-14      | 12240              | 12225                       | 12210                 | 12300      |
| 28-Nov-14      | 12257              | 12245                       | 12219.16667           | 12300      |
| 1-Dec-14       | 12325              | 12255                       | 12225                 | 12300      |
| 2-Dec-14       | 12337              | 12325                       | 12242.16667           | 12300      |
| 3-Dec-14       | 12356              | 12335                       | 12267.83333           | 12300      |
| 4-Dec-14       | 12380              | 12355                       | 12289.33333           | 12300      |
| 5-Dec-14       | 12357              | 12385                       | 12315.83333           | 12300      |
| 8-Dec-14       | 12414              | 12355                       | 12335.33333           | 12300      |
| 9-Dec-14       | 12409              | 12415                       | 12361.5               | 12300      |
| 10-Dec-14      | 12398              | 12405                       | 12375.5               | 12300      |
| 11-Dec-14      | 12398              | 12395                       | 12385.66667           | 12300      |
| 12-Dec-14      | 12494              | 12395                       | 12392.66667           | 12300      |
| 15-Dec-14      | 12662              | 12495                       | 12411.66667           | 12300      |
| 16-Dec-14      | 12965              | 12665                       | 12462.5               | 12747      |
| 17-Dec-14      | 12784              | 12965                       | 12554.33333           | 12747      |
| 18-Dec-14      | 12628              | 12785                       | 12616.83333           | 12747      |

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Average based FTS MC</b> | <b>Moving Average</b> | <b>FTS</b> |
|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 19-Dec-14      | 12563              | 12625                       | 12655.16667           | 12747      |
| 22-Dec-14      | 12497              | 12565                       | 12682.66667           | 12747      |
| 23-Dec-14      | 12518              | 12495                       | 12683.16667           | 12300      |
| 24-Dec-14      | 12529              | 12515                       | 12659.16667           | 12300      |
| 29-Dec-14      | 12496              | 12525                       | 12586.5               | 12747      |
| 30-Dec-14      | 12498              | 12495                       | 12538.5               | 12300      |
| 31-Dec-14      | 12502              | 12495                       | 12516.83333           | 12300      |

**Tabel A. 4 Hasil Validasi Model dengan Metode *average-based Fuzzy Time Series Markov-Chain***

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Hasil Peramalan</b> | <b>Presentase Error (%)</b> |
|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 2-Jan-15       | 12536              | A404                    | 12505                  | 0.002473                    |
| 5-Jan-15       | 12652              | A416                    | 12535                  | 0.009248                    |
| 6-Jan-15       | 12721              | A423                    | 12655                  | 0.005188                    |
| 7-Jan-15       | 12796              | A430                    | 12725                  | 0.005549                    |
| 8-Jan-15       | 12795              | A430                    | 12795                  | 0                           |
| 9-Jan-15       | 12703              | A421                    | 12795                  | 0.007242                    |
| 12-Jan-15      | 12631              | A414                    | 12705                  | 0.005859                    |
| 13-Jan-15      | 12671              | A418                    | 12635                  | 0.002841                    |
| 14-Jan-15      | 12643              | A415                    | 12675                  | 0.002531                    |
| 15-Jan-15      | 12680              | A419                    | 12645                  | 0.00276                     |
| 16-Jan-15      | 12656              | A416                    | 12685                  | 0.002291                    |
| 19-Jan-15      | 12675              | A418                    | 12655                  | 0.001578                    |
| 20-Jan-15      | 12722              | A423                    | 12675                  | 0.003694                    |
| 21-Jan-15      | 12620              | A413                    | 12725                  | 0.00832                     |
| 22-Jan-15      | 12513              | A402                    | 12625                  | 0.008951                    |

|           |       |      |       |          |
|-----------|-------|------|-------|----------|
| 23-Jan-15 | 12506 | A401 | 12515 | 0.00072  |
| 26-Jan-15 | 12580 | A409 | 12505 | 0.005962 |
| 27-Jan-15 | 12555 | A406 | 12585 | 0.002389 |
| 28-Jan-15 | 12560 | A407 | 12555 | 0.000398 |
| 29-Jan-15 | 12578 | A408 | 12565 | 0.001034 |
| 30-Jan-15 | 12688 | A419 | 12575 | 0.008906 |
| 2-Feb-15  | 12764 | A427 | 12685 | 0.006189 |
| 3-Feb-15  | 12706 | A421 | 12765 | 0.004643 |
| 4-Feb-15  | 12672 | A418 | 12705 | 0.002604 |
| 5-Feb-15  | 12716 | A422 | 12675 | 0.003224 |
| 6-Feb-15  | 12676 | A418 | 12715 | 0.003077 |
| 9-Feb-15  | 12742 | A425 | 12675 | 0.005258 |
| 10-Feb-15 | 12707 | A421 | 12745 | 0.00299  |
| 11-Feb-15 | 12764 | A427 | 12705 | 0.004622 |
| 12-Feb-15 | 12858 | A436 | 12765 | 0.007233 |
| 13-Feb-15 | 12833 | A434 | 12855 | 0.001714 |
| 16-Feb-15 | 12806 | A431 | 12835 | 0.002265 |
| 17-Feb-15 | 12821 | A433 | 12805 | 0.001248 |
| 18-Feb-15 | 12868 | A437 | 12825 | 0.003342 |
| 20-Feb-15 | 12913 | A442 | 12865 | 0.003717 |
| 23-Feb-15 | 12877 | A438 | 12915 | 0.002951 |
| 24-Feb-15 | 12930 | A444 | 12875 | 0.004254 |
| 25-Feb-15 | 12951 | A446 | 12935 | 0.001235 |
| 26-Feb-15 | 12926 | A443 | 12955 | 0.002244 |
| 27-Feb-15 | 12927 | A443 | 12925 | 0.000155 |

**Tabel A. 5 Hasil Peramalan Data Baru (Maret 2015) dengan Metode *average-based Fuzzy Time Series Markov-Chain***

| <b>Tanggal</b> | <b>Data Aktual</b> | <b>Fuzzifikasi Data</b> | <b>Hasil Peramalan</b> | <b>Presentase Error (%)</b> |
|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 2-Mar-15       | 13058              | A456                    | 12925                  | 0.010185                    |
| 3-Mar-15       | 13027              | A453                    | 13055                  | 0.002149                    |
| 4-Mar-15       | 13028              | A453                    | 13025                  | 0.00023                     |
| 5-Mar-15       | 13087              | A459                    | 13025                  | 0.004738                    |
| 6-Mar-15       | 13048              | A455                    | 13085                  | 0.002836                    |
| 9-Mar-15       | 13112              | A462                    | 13045                  | 0.00511                     |
| 10-Mar-15      | 13124              | A463                    | 13115                  | 0.000686                    |
| 11-Mar-15      | 13230              | A474                    | 13125                  | 0.007937                    |
| 12-Mar-15      | 13242              | A475                    | 13235                  | 0.000529                    |
| 13-Mar-15      | 13257              | A476                    | 13245                  | 0.000905                    |
| 16-Mar-15      | 13303              | A481                    | 13255                  | 0.003608                    |
| 17-Mar-15      | 13275              | A478                    | 13305                  | 0.00226                     |
| 18-Mar-15      | 13230              | A474                    | 13275                  | 0.003401                    |
| 19-Mar-15      | 13073              | A458                    | 13235                  | 0.012392                    |
| 20-Mar-15      | 13140              | A465                    | 13075                  | 0.004947                    |
| 23-Mar-15      | 13141              | A465                    | 13145                  | 0.000304                    |
| 24-Mar-15      | 13037              | A454                    | 13145                  | 0.008284                    |
| 25-Mar-15      | 12997              | A450                    | 13035                  | 0.002924                    |
| 26-Mar-15      | 13068              | A457                    | 12995                  | 0.005586                    |
| 27-Mar-15      | 13129              | A463                    | 13065                  | 0.004875                    |
| 30-Mar-15      | 13151              | A466                    | 13125                  | 0.001977                    |
| 31-Mar-15      | 13149              | A465                    | 13155                  | 0.000456                    |

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Nur Wahyuni, biasa disapa dengan Yuni. Penulis dilahirkan di Sidoarjo, 01 Maret 1993 dan merupakan anak terakhir dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MI Darul Ulum tambakrejo Sidoarjo, MTs. Tanada Wadungasri dalam Surabaya, dan SMA Negeri 1 Waru Sidoarjo.

Pada tahun 2011, penulis diterima di Jurusan Sistem Informasi – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan tercatat sebagai mahasiswi dengan NRP 5211100095. Selama masa perkuliahan, penulis aktif di bidang akademik dan organisasi. Di bidang akademik, penulis pernah menjadi juara 2 PKM GT tingkat Jurusan dan mengikuti Lomba IBF (*IPB Business Festival*) di IPB serta pendanaan PKMK dan PMW. Di bidang non-akademik, penulis mengikuti organisasi mahasiswa, Staff KWU HMSI 2012/2013, staff *Public Relation* UKM WE&T dan staff Perekonomian BEM ITS Mahakarya 2013, Asisten Dirjen *Fund Rising* Perekonomian BEM ITS Muda Bersahabat 2014, serta beberapa kepanitian acara tingkat jurusan, nasional, maupun internasional. Di tahun ke-empatnya kini, penulis masih aktif di kegiatan organisasi yaitu sebagai Sekretaris Kementerian Perekonomian BEM ITS Kolaborasi 2015.

Di akhir tahun perkuliahannya, penulis mengambil konsentrasi pada bidang minat Sistem Pembantu Keputusan dengan topik tugas akhir di bidang *forecasting*. Untuk keperluan penelitian, dapat menghubungi penulis melalui email: [yunisi2011@gmail.com](mailto:yunisi2011@gmail.com).



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Nur Wahyuni, biasa disapa dengan Yuni. Penulis dilahirkan di Sidoarjo, 01 Maret 1993 dan merupakan anak terakhir dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MI Darul Ulum tambakrejo Sidoarjo, MTs. Tanada Wadungasri dalam Surabaya, dan SMA Negeri 1 Waru Sidoarjo.

Pada tahun 2011, penulis diterima di Jurusan Sistem Informasi – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan tercatat sebagai mahasiswi dengan NRP 5211100095. Selama masa perkuliahan, penulis aktif di bidang akademik dan organisasi. Di bidang akademik, penulis pernah menjadi juara 2 PKM GT tingkat Jurusan dan finalis Lomba IBF (*IPB Business Festival*) di IPB serta pendanaan PKMK dan PMW. Di bidang non-akademik, penulis mengikuti organisasi mahasiswa, Staff KWU HMSI 2012/2013, staff *Public Relation* UKM WE&T dan staff Perekonomian BEM ITS Mahakarya 2013, Asisten Dirjen *Fund Rising* Perekonomian BEM ITS Muda Bersahabat 2014, serta beberapa kepanitian acara tingkat jurusan, nasional, maupun internasional. Di tahun ke-empatnya kini, penulis masih aktif di kegiatan organisasi yaitu sebagai Sekretaris Kementerian Perekonomian BEM ITS Kolaborasi 2015.

Di akhir tahun perkuliahannya, penulis mengambil konsentrasi pada bidang minat Sistem Pembantu Keputusan dengan topik tugas akhir di bidang *forecasting*. Untuk keperluan penelitian, dapat menghubungi penulis melalui email: [yunisi2011@gmail.com](mailto:yunisi2011@gmail.com).